புவிப்புறவியல்

என். அனந்தபத்மநாபன்

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்
தமிழ்நாடு - அரசாங்கம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—18

புவிப் புறவியல்

(இரண்டாம் பாகம்)

ஆசிரியர்
நா. அனந்தபத்மநாபன்,
முதல்வர்,
அரசினர் கலைக் கல்லூரி,
அரியலூர்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—April 1963
Revised Edition—October 1971

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 18

© Tamil Nadu Text Book Society

LANDFORMS (PART II)

N. Anantapadmanabhan

Net Price Rs. 4-50
(No discount)

Printed by
M/s. Avvai Achukkoodam,
96, P. V. Koil Street,
Madras-13.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்,
(தமிழகக் கல்வி—உள்ளாட்சித்துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினோராண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.யூ.சி., பி.ஏ., வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவருகின்றனர். நாடு முழுதும் பரந்துள்ள மாணவர்களின் ஆர்வம், 'தமிழிலேயே கற்பிப்போம்' என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், புவியியல், தத்துவம், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல் ஆகிய பல துறைகளில் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'புவிப் புறவியல்-II' என்ற இந்நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் சார்பில் வெளியான 18ஆவது வெளியீடாகும். தமிழ் மக்களின் பேராதரவினாலும் தமிழைப் பயிற்சி மொழியாகக் கொண்ட மாணவர்களின் நல்லூக்கத்தினாலும் இதன் முந்தைய பதிப்புப் படிகள் அனைத்தும் விற்பனையாகிவிட்டன. ஆதலின், இப்பொழுது இந் நூல் மீண்டும் வெளிவருகின்றது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின் உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள், உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும்; அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

முன்னுரை

இந்நூல் தமிழ்மொழி வாயிலாகப் புவியியலைக் கற்கும் இளங்கலை வகுப்பு மாணவர்களுக்குத் தேவையான ஒரு பாட நூலாகும். சென்னைப் பல்கலைக்கழகப் பாடத்திட்டத்தை ஒட்டி இந்நூல் எழுதப்பட்டிருக்கிறது. இந்நூலின் முதற் பாகம் மூன்று ஆண்டுகளுக்கு முன் வெளியிடப்பட்டது. கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவினரால் வெளியிடப்பட்டுள்ள கலைச் சொற்பட்டியல்களிலிருக்கும் கலைச்சொற்களைத் தவிரச் சில புதிய கலைச்சொற்களும் இந்நூலில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்நூலின் இறுதியில் தமிழ் அகர வரிசையிலும், ஆங்கில அகர வரிசையிலுமாக இரண்டு கலைச்சொற் பட்டியல்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சென்னைப் பல்கலைக்கழக வினாத்தாள் களிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வினாக்களின் பட்டியலும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.

கோவை அரசினர் கலைக் கல்லூரியின் தமிழ் ஆசிரியரான திரு. கே. ஆறுமுகம் அவர்கள் இந்நூலின் கையெழுத்துப் பிரதியைப் படித்துப் பிழைகளை நீக்கித்தந்தார்.

இந்நூலில் உள்ள படங்களில் சில 'V. Obrauchev Fundamentals of Geology - Foreign Languages Publishing House, Moscow' என்ற ஆங்கில நூலிலிருந்து வெளியீட்டாளரின் அனுமதியுடனும் மற்றும் சில இந்தியப் புவி அமைப்பியல் சர்வே ஸ்தாபனத்தின் நிர்வாகத்தினருடைய (Director, Geological Survey of India) அனுமதியுடனும் பிரசுரிக்கப்பட்டுள்ளன. படங்களைப் பிரசுரிக்க அனுமதி கொடுத்ததற்கு என் நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறேன்.

இந்நூலை வெளியிட உதவிய தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகத்தாருக்கும் அச்சிட்டுக் கொடுத்த மேலா பிரிண்டர்ஸ்க்கும் என் நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறேன்.

கோயம்புத்தூர்,
26—3—63.

நா. அனந்தபத்மநாபன்

உள்ளுறை

பொருள் — பக்கம்

11.	சக்கரச் சுழற்சிக்குக் குறுக்கீடுகள் ...	1
12.	நில அமைப்பும் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியும் ...	19
13.	நிலநீர் ...	40
14.	சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்கள் ...	50
15.	வறண்ட பிரதேசங்களில் காணப்படும் நிலத் தோற்றங்கள் ...	68
16.	பனியாறுகள் ...	94
17.	அலைகள் ...	134
18.	முருகைப்பார் ...	159
19.	புவியின் தோற்றம் ...	172
20.	புவியின் தொன்மை ...	189
21.	புவியின் உள் அமைப்பு ...	198
22.	சமநிலைத்தன்மைக் கொள்கை ...	214
23.	கண்டங்களும் பெருங்கடல்களும் ...	221
24.	மலையமைதல் ...	244
25.	எரிமலைகள் ...	259
	கலைச்சொல் அகராதி ...	286

படங்கள்

எண்		பக்கம்
29.	புத்துயிர்ப்பு அடைந்த ஆற்றைக்காட்டும் நெடும் பக்கப் பார்வை ...	6
30.	பள்ளத்தாக்கினுள் பள்ளத்தாக்கு ...	7
31.	அரித்து அழுந்திய மியாண்டர்கள் ...	9
32.	அரவன் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலுள்ள ஆற்றுத் திடல்கள் ...	11
33.	ஆற்றுத் திடல்கள் ...	12
34.	கிடை அமைப்பு ...	22
35.	கிடை அமைப்புள்ள பிரதேசத்தில் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் குறுக்குப் பார்வை ...	22
36.	ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள அமைப்புடைய பிரதேசத்தில் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் நிலைகள் ...	23
37.	கிடை அமைப்பு ...	24
38.	பள்ளத் தாக்குகளும் குன்றுத் தொடர்களும் ...	25
39.	அரிபடாப் பாறைகளாலான தொடர்குன்றுகளின் உச்சி வெட்டப்பட்ட நிலை ...	27
40.	மடிப்பாலான அமைப்புடைய பிரதேசத்தில் வடிகாலமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் ...	30
41.	பிளவால் தோன்றிய பிளவுச் சரிவு ...	36
42.	பிளவுக் கோட்டுச் சரிவுகள் ...	38
43.	நிலநீர் மட்டத்திற்கும் நிலத்தோற்றத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு ...	42
44.	ஊற்றுக்கள் ...	43
45.	ஊற்றுக்கள் ...	44
46.	ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று ...	45
47.	ஆஸ்திரேலியாவில் ஆர்ட்டீசியன் வடி நிலங்களின் பரவல் ...	47
48.	நியூஜிலந்தில் வெந்நீர் ஊற்றுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் நீரில் கரைந்துள்ள பொருள்கள் படிவதால் ஏற்பட்ட திட்டுகள் ...	48

எண்	படங்கள்	பக்கம்

49. யுகோஸ்லாவியாவில் கார்ஸோ பிரதேசத்தின் பரவல் 52

50. லப்பீ அல்லது க்ளின்ட், டோலினு ... 53

51. ஸ்விட்ஜர்லாந்தில் சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் கரைதலால் ஏற்பட்ட லப்பீ போன்ற நிலத்தோற்றம் ... 54

52. சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் கரைதலால் தோன்றிய டோலினுக்கள் ... 55

53. போல்ஜே ... 56

54. சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் வடிகாலமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் ... 57

55. சீனுவில் க்வாங்சி மாகாணத்தில் உள்ள ஊசிக் கார்ஸட் பிரதேசம் ... 58

56. குகையின் பக்கப்பார்வை ... 59

57. குகைகளிலுள்ள படிவுகள் ... 61

58. முப்பட்டைக் கற்கள் ... 74

59. எகிப்து நாட்டில் காற்றின் அரிப்பால் ஏற்பட்ட காளான் பாறை ... 74

60. பாலை நிலத்தில் காற்றின் செய்கையால் உருவாகும் கோள உருவமுடைய பாறைகள் ... 75

61. ஜுங்கேரியாவில் காற்றின் அரிப்பால் தோன்றிய நிலத்தோற்றம் ... 75

62. யார்டங், சாய்கன் ... 76

63. க்ரிமியாவில் மணற்பாறையில் தேன்கூடுச் சிதைவு முறையின் விளைவைக் காட்டும் படம் ... 76

64. மணல் மேடுகள் ... 79

65. சீனுவில் தெற்கு ஆர்டாஸ் பாலை நிலத்திலுள்ள பார்கன்கள் ... 80

66. சீனுவில் காற்றடி வண்டற்படிவுகளின் பரவல் ... 83

67. வடக்குச் சீனுவில் ஷென்சி மாகாணத்தில் காற்றடி வண்டல் பிரதேசத்தில் உள்ள குகை குடியிருப்புகள் ... 84

68. பெடிமெண்டுகளின் தோற்றத்தைப் பற்றி ஜான்சனுடைய கொள்கை ... 90

69. குன்றுச் சரிவின் தோற்றம் ... 92

எண்	படங்கள்	பக்கம்
70.	ஆல்டை மலைத்தொடரில் மயான்சு பனியாற்றின் தோற்றம்	... 98
71.	ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தலைப்பகுதி	... 107
72.	சர்க்கின் தோற்றம்	... 108
73.	ஸ்விட்ஜர்லாந்திலுள்ள மேட்டர் ஹார்ன் மலையுச்சியின் தோற்றம்	... 111
74.	சர்க்குகள், அரெட்டுகள் மேட்டர் ஹார்ன் தோற்றத்தைக் காட்டும் படம்	... 111
75.	பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தோற்றம்	... 113
76.	ஆல்ப்ஸ்—பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள திட்டுகள்	... 114
77.	சர்க்குகளுக்கும் பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளுக்கும் இடையே உள்ள பாறைப்படிகளையும் அரெட்டுகளையும் காணலாம்	... 115
78.	தொங்கும் பள்ளத்தாக்குகள்	... 117
79.	ஃபியர்டுகளின் தோற்றம்	... 118
80.	நார்வே நாட்டுக் கடற்கரையிலுள்ள ஃபியர்டுகளின் தோற்றம்	... 119
81.	பனியாற்றுப் படிவுகள் உள்ள நிலத்தின் தோற்றம்	... 121
82.	பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தோற்றம்	... 122
83.	முதற் பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் பக்கவாட்டு மொரைன் படிவுகளையும் துணைப் பனியாறுகளையும் காட்டும் படம்	... 122
84.	ஆல்டை பிரதேசத்தில் பள்ளத்தாக்குப் பனியாற்றின் விளிம்பில் படிந்த மொரைன்கள்	... 123
85.	செம்மறியாட்டுருப்பாறை	... 125
86.	ட்ரம்லின்கள்	... 128
87.	வட அமெரிக்காவிலும் யுரேசியாவிலும் பிளைஸ்டோஸீன் பனியுகத்தில் பனியடுக்கின் பரவல்	... 131
88.	குறுக்கு அலைகள்	... 136
89.	கடற்கரையின் அருகே அலைகள் கவிழ்ந்து உடைந்துவிடுவதைக் காட்டும் படம்	... 137
90.	நீட்டு நிலங்களின் அருகே அலைகள் நெருங்குகின்றன; குடாக்களில் அவை விரிவடைகின்றன	... 138

எண்	படங்கள்	பக்கம்
91.	தொடக்கச் சரிவை விளக்கும் படம்	... 140
92.	அலைகளின் செய்கையால் அரிப்பாலான மேடையும் கடல் கீழ்த் திட்டும் உருவாகும் நிலைகள். ஓங்கல் பின்னடைவதையும் கடல் கீழ்த் திட்டுப் படிப்படியாக வளர்வதையும் காணலாம்.	... 141
93.	க்ரிமியாவின் கடற்கரையில் அரிபடாப் பாறையாலான ஓங்கலும் அதையடுத்துச் சிறிய பாறைத் தீவும்	... 143
94.	அலைகளின் அரிப்பால் உருவாகும் நிலத் தோற்றங்கள்	... 143
95.	பைகல் ஏரியின் கரையிலுள்ள ஓங்கலும் அதையடுத்த பாறை வளைவும்	... 144
96.	மங்களூருக்கு அருகே கடற்கரையில் உள்ள மணற்றடை	... 145
97.	கடற்கரையில் படிவுகளால் உருவாகும் நிலத் தோற்றங்கள்	... 146
98.	கார்வாருக்கு அருகேயுள்ள அமிழ்ந்த கடற்கரையின் தோற்றம்	... 153
99.	அமிழ்ந்த கடற்கரையில் ஏற்படும் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் நிலைகள்	... 155
100.	உயர்த்தப்பட்ட கடற்கரையில் ஏற்படும் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் நிலைகள்	... 157
101.	க்வீன்ஸ்லாந்தின் கடற்கரையையடுத்துள்ள வேலிப்பார்	... 162
102.	பசிபிக் பெருங்கடலிலுள்ள கங்கண வடிவப் பார்கள்	... 163
103.	டார்வினுடைய தாழ்தல் கொள்கையை விளக்கும் படம்	... 166
104.	மர்ரேயினுடைய கொள்கைப் படம்	... 167
105.	டாலியினுடைய கொள்கைப் படம்	... 169
106.	கோள்களின் அளவுகள்	... 175
107.	கோள்களின் பாதைகள்	... 176
108.	ஓதவிசைக் கொள்கையை விளக்கும் படம்	... 184

எண்	படங்கள்	பக்கம்
109.	கருங்கடலில் யால்டாவுக்கு அருகே 1927-ஆம் ஆண்டு ஏற்பட்ட புவியதிர்ச்சிகளின் விளைவைக் காட்டும் சமபுவியதிர்ச்சிக் கோட்டுப் படம்	... 202
110.	புவியதிர்ச்சிகளின் மேல் மையங்களின் பரவல்	... 204
111.	புவியதிர்ச்சி பதி கருவிகள்	... 205
112.	புவியதிர்ச்சி அலைகளின் பாதைகள்	... 211
113.	புவியின் உள் அமைப்பு	... 212
114.	பிராட்டுடைய கொள்கையைக் காட்டும் படம்	... 218
115.	புவிப்பரப்பின் பொதுவான பக்கப் பார்வை	...
116.	முக்கோணக் கோபுரக் கொள்கையை விளக்கும் படம்	... 227
117.	கார்பானிபரஸ் காலத்தில் கண்டப் பனியாறுகளின் பரவல்	... 233
118.	வெகனருடைய கொள்கையை விளக்கும் படம்	... 236
119.	ஆல்ப்பைன் மலையாக்கத்தைச் சேர்ந்த மலைத் தொடர்களின் பரவல்	... 249
120.	மலையாக்கத்தின் நிலைகள்	... 256
121.	காம்சாட்காவிலுள்ள எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்பட்ட கயிறு போன்ற பஹோஹோ லாவா அடுக்குகள்	... 261
122.	காம்சாட்காவிலுள்ள எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்பட்ட கயிறு போன்ற பஹோஹோ லாவா அடுக்குகள்	... 262
123.	எரிமலைக் குண்டுகள்	... 263
124.	காம்சாட்காவிலுள்ள க்லுசெவ்ஸ்காயா (Klyuchevskaya) எரிமலைக் கூம்பின் தோற்றம்	... 266
125.	காம்சாட்காவிலுள்ள க்யூடக் (Keudach) எரிமலையின் உச்சியில் 7 கிலோமீட்டர் விட்டமுள்ள பெருவாய் (Caldera) தோன்றியுள்ளது. எரிமலைப் பெருவாயில் ஏரி இருக்கிறது.	... 267
126.	அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் அரிசோனுவிலுள்ள எரிமலைக் கழுத்தின் தோற்றம்	... 271
127.	எரிமலைகளின் பரவல். புள்ளிகள் எரிமலைகளைக் குறிப்பிடுகின்றன	... 273

புகைப்படம் பக்கம்

அஸ்ஸாம் ராஜ்யத்தில் செரபுஞ்சிக்கு அருகே மாஸ்மை ஆற்றின் நீர்வீழ்ச்சி ... xvi

,, திஸ்ரா சுரங்கத்தில் No. X நிலக்கரிப்படையின் தோற்றம் ... 277

,, திஸ்ரா சுரங்கத்தில் மற்றொரு பகுதியின் தோற்றம் ... 278

,, விந்தியன் (கேம்ப்ரியன்) காலத்தில் தோன்றிய மணற்பாறை யடுக்கின் மேற்பரப்பின் தோற்றம் ... 279

,, ராஜபுதனுவிலுள்ள தொன்மையான சாய்க்கப் பட்டுள்ள க்வார்ட்சைட் பாறைப்படைகள் ... 280

,, ராணிகஞ்ச் நிலக்கரி வயலில் குடியநாலா என்ற இடத்தில் நிலக்கரிப் படையை வெட்டும் மைகா-பெரிடோடைட் கிடைத் தீப்பாறை அடுக்கு ... 281

,, குஸ்டோர் என்னும் இடத்திற்கு அருகேயுள்ள காரிஜோரில் No. XV நிலக்கரிப் படைக்கு மேலேயுள்ள - பெரிடோடைட் கிடைத்தீப் பாறை ... 282

,, ராணிகஞ்ச் நிலக்கரி வயலில் பூசை (Pusai) நிலக்கரிப் படையை வெட்டும் மைகா-பெரிடோடைட் டைக் பாறைகள் ... 283

,, மங்க்ஷங்க் கணவாயின் தெற்கு வாயிலிலுள்ள கார்பானிபரஸ் காலத்திய சுண்ணும்புப் பாறையாலான ஓங்கல் ... 284

,, லெபுங் கணவாயின் மையப்பகுதியில் கார்பானிபரஸ் காலத்திய பாறைகளில் தோன்றியுள்ள பிளவு ... 285

V. Obruchev : FUNDAMENTALS OF GEOLOGY

(Foreign Languages Publishing House, Moscow)

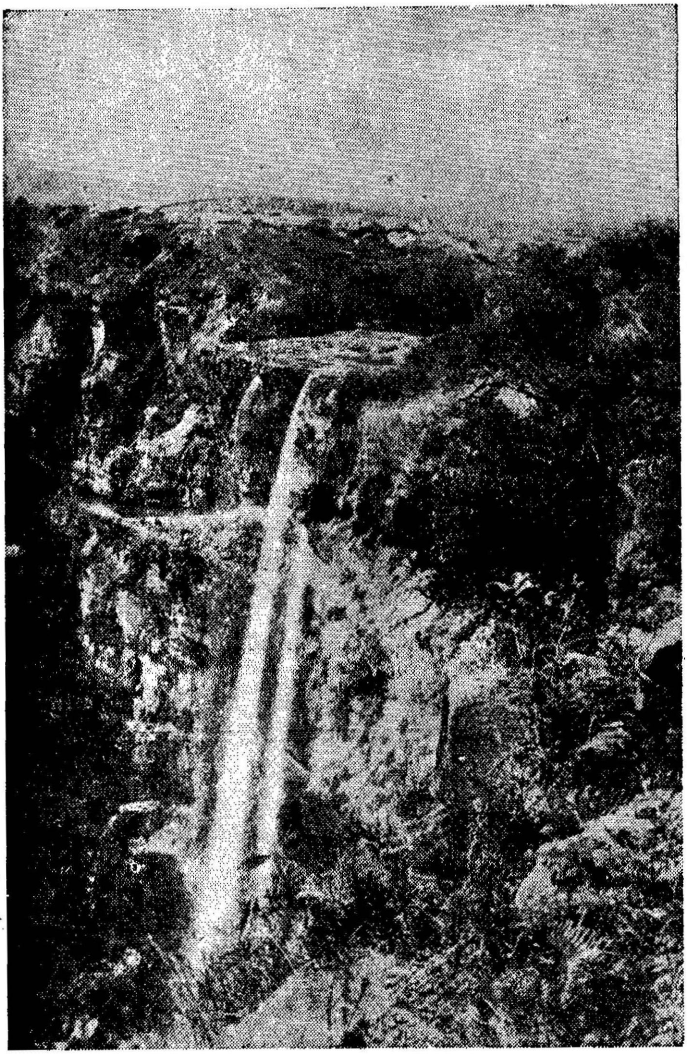
என்ற ஆங்கில நூலிலிருந்து வெளியீட்டாளரின் அனுமதியுடன் பிரசுரிக்கப்பட்ட படங்களின் விவரம்.

படங்கள் :—

32, 48, 51, 52, 55, 56, 58, 59, 93, 95, 60, 61, 63, 65, 67, 70, 73, 81, 83, 84, 93, 95, 109, 111, 118, 121, 122, 123, 124, 125 and 126.

புவிப் புறவியல்

(இரண்டாம் பாகம்)



அஸ்ஸாம் ராஜ்யத்தில் செரபுஞ்சிக்கு அருகே மாஸ்மை ஆற்றின் நீர்வீழ்ச்சி.
உயரம் 1150 அடி. செரபுஞ்சிப் பீடபூமியின் தோற்றத்தைக் கவனிக்கவும்.
பீடபூமியின் செங்குத்துச் சரிவுடைய விளிம்பில் ஆறு பாயும்போது
நீர்வீழ்ச்சி தோன்றியிருக்கிறது.

(With the permission of the Director, Geological Survey of India)
Photo C. S. Fox.

11. சக்கரச் சுழற்சிக்குக் குறுக்கீடுகள்

அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் ஏதுக்கள் தொடக்கத்தினின்று இறுதிவரை நிலையாக நிற்பின் மட்டுமே இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி தடையின்றி முன்னேறும். ஒரு சக்கரச் சுழற்சி முடியப் பல மிலியன் ஆண்டுகள் ஆகும் என ஏற்கெனவே அறிந்துள்ளோம். எனவே அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி முன்னேறும் காலத்தில் அதனைக் கட்டுப் படுத்தும் ஏதுக்களில் பல மாறுபாடுகள் நிகழலாம். ஆதலின் அவ்வரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிக்குத் தடையுண்டாகிறது; ஒரு புதிய சக்கரச் சழற்சி தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. அது போன்ற தடைகள் எப்போது நிகழலாம்? அம்மாதிரித் தடைகள், ஆற்றுப் படுகைச் சரிவின் அளவு, ஆற்றுநீரின் கொள்ளளவு, ஆறு கொண்டு செல்லும் சுமையளவு, இவற்றி லுள்ள வேறுபாடுகளால் நிகழலாம். முதிர்ச்சி நிலையிலுள்ள ஆற்றைத் தாக்குங் குறுக்கீடுகள் அவ்வாற்றின் ஒரு சீராக்கப் பட்ட நிலையைக் குலைக்கின்றன. புதிய நிலைகளுக்கு ஏற்ப மீண்டும் ஒரு சீராக்கப்பட்ட நிலையை அமைக்கும் பொருட்டுப் படுகையின் சாய்வை அதிகமாக்கியோ (Aggradation) அன்றிக் குறைத்தோ (Degradation) ஆறு தன்னைப் பொருத்திக் கொள் கின்றது. இக்குறுக்கீடுகள் பல சுழற்சிகளால் ஏற்பட்ட (Polycycle) நிலத் தோற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. முடிவடையுமுன் குறுக்கிடப்பட்ட பல சக்கரச் சுழற்சிகளின் (Partial cycles) விளைவை நிலத்தோற்ற அமைப்புகள் தாங்கி நிற்கின்றன.

அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிக்கு ஏற்படும் குறுக்கீடுகளில் கடல் மட்டத்தின் ஏற்றத் தாழ்வு ஒரு எளிதான உதாரண மாகும். கடல் மட்டத்தின் உயர்வு அல்லது தாழ்வு அரிப்பின் அடிமட்டத்தில் மாறுபாடுகளை உண்டாக்கும். புதிய அடி மட்டம் முந்திய மட்டத்தைக் காட்டிலும் உயர்ந்தோ அன்றித் தாழ்ந்தோ அமையலாம். ஆனல் அது பழைய அடிமட்டத்

திற்கு இணையாகவே இருக்கும். அடிமட்ட மாறுபாடு ஆற்றுப் படுகையின் சாய்வு விகிதத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். கடல்மட்ட மாறுபாடுகள், நீர் கொள்ளளவு மாற்றங் களாலோ அன்றிக் கடலிலுள்ள கொப்பரைப் பள்ளங்களின் கொள்ளளவு மாற்றங்களாலோ நிகழலாம். உதாரணமாக இறுதியாக நிகழ்ந்த பனியுகத்தில் (Ice age) பனிக்காலங் களும் (Glacial period) இடைப்பனிக் (Inter-glacial) காலங் களும் இருந்தன. பனிக்காலங்களில் பனியாறுகள் (Glaciers) நிலப்பகுதியில் பெரும்பாகத்தைக் கவர்ந்து கொண்டிருந்தன. கடல் நீர் மட்டம் தாழ்ந்திருந்தது. இடைப் பனிக்காலங்களில் பனிக்கட்டி உருகியதால் கடல் நீர் மட்டம் உயர்ந்தது. தற் போது நடைபெறுங்காலம் ஓர் இடைப் பனிக் காலம் ஆகும். இறுதியாக இருந்த பனிக்காலத்தில் இருந்த பனிக்கட்டிகள் உருகியதால் உண்டான கடல் நீர்மட்ட உயர்வு சுமார் 90 மீட்டர் (300 அடி) எனக் கணக்கிட்டுள்ளனர். நீரளவு நிலையாக நின்று கடலாழத்தில் அமைந்த கொப்பரைப் பள்ளங்களின் கொள் ளளவு மாறியிருப்பினும் கடல் நீர் மட்ட மாறுபாடுகள் நிகழ லாம். பிளயோசீன் (Pliocene) காலத்தில் தோன்றிய பெரும் பெஸால்ட் எரிமலைகள் (Basaltic volcanoes) பசிபிக் பெருங் கடலின் நடுப்பகுதியில் பல தீவுகளை அமைத்தன. பிற்காலத் தில் இவ்வெரிமலைத் தீவுகளில் சில நீரினுள் ஆழ்த்தப்பட்ட தால் நீர் மட்டத்தினுள் அமைந்த கொப்பரைப் பள்ளங்களின் கொள்ளளவு பாதிக்கப்பட்டது. பெருங்கடல்கள் ஒன்றோடு ஒன்று சேர்ந்து இருப்பதனால் இம்மாற்றங்கள் உலகம் முழுவதையும் பாதிக்கும். ஆதலால் கடல் நீர் மட்டத்தின் ஏற்றத்தாழ்வு எல்லாவிடத்தும் ஒன்று போன்றிருக்க வேண் டும். ஆனால் சில இடங்களில் இத்துடன் புவி அசைவும் கூட்டுச் சேர்கின்றது. எனவே கடல் நீர்மட்டத்தின் ஏற்றத்தாழ்வு எங்கும் ஒரே மாதிரி இருப்பதில்லை.

கடல் நீர்மட்டத்துடன் ஒப்பிட்டு நோக்கும்போது சில உயர்தலும் (Uplift), தாழ்தலும் (Submergence) புவியசைவு களால் உண்டாகின்றன. இப்புவியசைவுகள் சிறு நிலப்பகுதி களையே பாதிக்கின்றன. எனவே அவை பிரதேசத் தன்மை வாய்ந்தவை எனலாம். அரிப்பின் அடிமட்டத்திற்கு இணையாக, உயர்தல் அல்லது தாழ்தல் ஏற்படுத்தக் கூடிய புவியோட்டின் செங்குத்தசைவு அரிதான ஒரு நிகழ்ச்சியாகும். சாதாரண மாகப் புவியசைவால் உருமாறுதல் (Deformation), நிலை குலைதல் (Dislocation), பலகை வளைத்தல் (இடப்பாவு மாற்றம்) (Warping), நிலம் சாய்தல் (Tilting) ஆகியவை நிகழலாம்.

உயர்தலோ அன்றித் தாழ்தலோ எல்லாவிடத்தும் ஒன்று போலிராது. புவியோட்டின் சில பகுதிகள் உயர்த்தப்பட்டும், வேறு சில தாழ்த்தப்படவுங் கூடும். அரிப்பின் புதிய அடிமட்டம் முந்தியதுடன் தொடர்பற்று இருக்கக் கூடும்.

புவியசைவுகளுடன் கடல் நீர் மட்ட மாற்றங்களாலும் சில பரப்புகள் பாதிக்கப் படலாம். உதாரணமாக, ஒரு பிரதேசத்தின் மேல் பனிக்கட்டிகள் குவியும்போது அவை தம் கனத்தால் புவியோட்டை அழுத்துகின்றன. அப்பனிக்கட்டி அடுக்குகள் உருகியவுடன் அழுத்தம் குறைவதனால் அப்பிரதேசம் உயர்த்தப்படும். இப்புவியோட்டு அசைவுகள் கடல் மட்ட மாற்றங்களுடன் இணைந்து இயங்குகின்றன. எனவே அரிப்பின் அடிமட்ட மாறுபாடுகள் கடல் நீர் மட்ட ஏற்றத்தாழ்வினுலோ அல்லது புவியசைவுகளாலோ அன்றி இவை இரண்டாலோ உண்டாக்கப்படலாம். இம்மாறுபாடுகளின் காரணங்கள் யாதாயிருப்பினும் அவற்றின் பயன் அரிப்பின் அடிமட்ட உயர்வு அல்லது தாழ்வாக இருக்கும். இவை முறையே அடிமட்டத்தின் நேர்நிலை (Positive) அசைவு, எதிர் மறை (Negative) அசைவு எனப் படுகின்றன.

பள்ளத்தாக்கில் தோன்றும் பாறைத் தன்மையால் ஆறுகளில் கொண்டு செல்லப்படும் சுமையில் மாற்றங்கள் நிகழலாம். உதாரணமாக எளிதில் அரிபடும் பாறைகள் அரிக்கப்பட்ட பின்னர் அவற்றின் அடியில் உள்ள அரிபடாப் பாறைகள் ஆற்றுப் படுகையில் தோன்றினுல், ஆற்றின் சுமை குறையும். மாறுக எளிதில் அரிபடாப் பாறை அரிக்கப்பட்ட தன் பின் அடியில் அரிபடும் பாறை இருப்பின், சுமையளவு மிகும். முதலாறு கொண்டு செல்லும் சுமையளவு துணையாறுகள் கொண்டு வரும் சுமைக்கு ஏற்ப அமைவதும் உண்டு. சென்ற இறுதிப் பனியுகத்தால் பாதிக்கப்பட்ட பிரதேசங்களில் இடைப்பனிக் காலத்தில் இருந்ததைக் காட்டிலும் பனிக் காலத்தில் அதிகச் சுமை இருந்தது எனக் கூறப்படுகின்றது. பனியாறுகளின் விளிம்புகளினின்று பெருகியோடும் உருகிய நீர் அருவிகள், நுண்ணிய பாறைப்பொடியைக் கொண்டு இருக்கும். இது பள்ளத்தாக்குகளில் பாறைக் களிமண் படிவுகளாகப் படிந்து விடுகிறது. பனிக்காலத்திற்குப் பிந்திய காலத்தில் சுமையளவு குறைவதால் பள்ளத்தாக்குப் படுகை அரிக்கப்படுகின்றது.

ஆற்றுக்கவர்வாலோ அன்றிக் காலநிலை மாறுதல்களாலோ ஆற்றின் நீரளவில் மாறுபாடுகள் ஏற்படலாம்.

ஆற்றுக் கவர்வால் கவரும் ஆற்றில் நீரளவு மிகுந்து நிற்க, கவரப்பட்ட அருவியில் நீரளவு குறைகின்றது. காலநிலை மாறுபாடுகளால், மழையளவு மிகுந்தோ, குறைந்தோ,ஆற்றில் நீர்ப் பெருக்கு உண்டாகலாம் அல்லது நீரளவு குறையக் கூடும். ஆனால் மழையளவிற்கும் நீரோட்டத்திற்கும் நேரடித் தொடர்பு இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. ஹண்டிங்டன் (Huntington) என்பவர் மழையளவு மிகுந்தால் நீரோட்டத்தைக் குறைக்கும்; தாவர வளர்ச்சியும் பெருகும் எனக் கூறியுள்ளார். இதனால் ஆறுகள் கொண்டு செல்லும் சுமையளவு குறையக்கூடும். ஆற்றின் திறன் மிகுந்துள்ளதால் அரிப்பு நிகழலாம். மழையளவு குறைந்தால், ஆற்றில் இருக்கும் நீரளவிற்குச் சுமை மிகுதியாக இருக்கும். ஆதலால் படிதல் உண்டாகலாம். இக்கொள்கை எல்லாவிடத்திற்கும் ஏற்றதாகாது. ரஸ்ஸல் (Russell), ப்ரையன் (Bryan) இருவரும் வறண்ட நிலை அரிப்புக்கு ஏற்றதெனவும், ஈரமுள்ள நிலை படிமானத்திற்குத் துணை செய்யும் எனவுங் கருதினர். ஓரளவிற்கும் அதிகமாக மழையளவு மிகுந்தால் காட்டுப் பிரதேசங்களிலும் அதிகமான பொருள் அசைவுகளும், வெள்ளப் பெருக்கும் ஆற்றிலுள்ள நீரளவு விகிதத்திற்கும் அதிகமாகச் சுமையை அளிப்பதன் மூலம் படிமானத்திற்கு வழி செய்யும். வறண்ட பிரதேசங்களில் வெற்றுப் பாறைகள்மேல் விசையான நீரோட்டங்கள் நிகழலாம். இதன் பயன் அரிப்பு ஆகும். தார்ன்த்வெயிட்டும் (Thornthwaite) பிறரும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் தென் மேற்குப் பகுதியை ஆராய்ந்து அரிப்பும், படிதலும், ஈரமுள்ள நிலையினின்று வறண்ட நிலையையோ, அல்லது மாறாக வறட்சியினின்று ஈரமுள்ள நிலையையோ உண்டாக்கும் காலநிலை மாறுதல்களுடன் சம்பந்தங் கொண்டவையல்ல என்ற முடிவிற்கு வந்துள்ளனர். தீவிரப் புயல் இருந்த காலங்களில் அரிப்பு மிகுந்தும், புயல் நிகழ்வு குறைந்த காலத்துப் படிமானம் ஆக்கமடைந்தும் இருந்ததெனஅவர்கள் கருதினர். இக்கருத்துக்கள் காலக் கூற்றில் காணப்படும் மழையளவு மாறுதல்களுக்கும் அருவிகளின் செய்கைக்கும் எளிதான ஒட்டுறவில்லை எனக் காட்ட உதவுகின்றன.

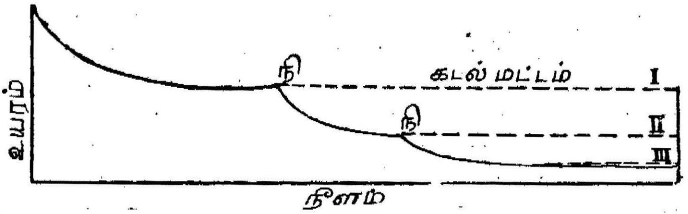
அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிக்கு ஏற்படும் குறுக்கீட்டின் காரணம் ஏதாயிருப்பினும், அதன் பயனால் ஆற்றுத்திறன் மிகுதியாகவோ அல்லது குறைவாகவோ அமைகின்றது. திறன் மிகுந்தால், ஆற்றின் அரிப்பு அதிகமாகின்றது. அந்த ஆறு புத்துயிர் பெற்றது (rejuvenated) எனப்படுகிறது. திறன் குறைவால் சுமையின் ஒரு பகுதி பள்ளத்தாக்குப் படுகையில்

படிந்து விடுகின்றது. ஆற்றின் செய்கையில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள், ஆற்றுப் படுகை ஒரு சீராக்கப்பட்ட பக்கத் தோற்றத்தை அடையும் வரை நிகழ்கின்றன. அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் குறுக்கீடுகள் முந்திய சுழற்சியின் காலத்து ஏற்பட்ட அமைப்புகளின் மேற்பதிந்த (Superimposed) சில நிலத்தோற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன.

ஆற்றின் புத்துயிர்ப்பு (Rejuvenation of a river)

அரிப்பின் அடிமட்டத்தின் தாழ்வு, சுமையளவு குறைவு போன்ற திறனை அதிகப்படுத்தும் செயல்களால் ஆற்றின் புத்துயிர்ப்பு ஏற்படுகிறது. கடற்கரையை யடுத்துள்ள கடற்றரையின் ஒரு பகுதி உயர்த்தப்பட்டால், அரிப்பின் அடிமட்டம் தாழ்த்தப் படுகிறது. இப்புதிய நிலப்பகுதியில் பழைய நிலப்பகுதியிலிருந்து பாயும் ஆறுகள் புதிய பாதைகளை அமைத்துக் கொள்கின்றன. இங்ஙனம் அமைக்கப்பட்ட ஆற்றுப்பாதைகளின் முதல் சாய்வு (Initial slope) ஆற்றிலுள்ள சுமையைக் கொண்டு செல்லவேண்டிய அளவிற்கும் அதிகமாக அமைகின்றது. புதிய அடிமட்டத்தைக் கொண்டு ஒரு சீராக்கப்பட்ட பக்கப் பார்வையை உண்டாக்கும் பொருட்டு ஆறு ஆற்றுமுகத்தினின்று தலைப்புறமாகத் தன் பள்ளத்தாக்கை அரிக்கத் தொடங்குகிறது. மேலுயர்ந்த நிலப்பகுதியில் அமைந்த ஆற்றின் பாதையில் ஒரு செவ்வையான பள்ளத்தாக்கு அமைக்கப்பட்டு அப்பகுதி முதலில் ஒரு சீராக்கப்படுகின்றது. பழைய நிலத்தில் அமைந்துள்ள ஆற்றின் படுகை முந்திய கடல் மட்டத்தை அரிப்பின் அடிமட்டமாகக் கொண்டு படி முறையாக்கப்பட்டது. எனவே பழங்கடல் மட்டத்திற்கேற்பப் படி முறையாக்கப்பட்ட முந்திய ஆற்றுப்படுகைக்கும், புதுக்கடல் மட்டத்திற்கேற்றவாறு படிமுறையான புத்தாற்றுப் பள்ளத்தாக்கிற்கும் இடையே ஆற்றின் நெடும் பக்கப் பார்வையில் ஒரு தெளிவாகக் காணக் கூடிய முறிவு இருக்கிறது. நெடும் பக்கப் பார்வையில் காணக் கிடைக்கும் இம்முறிவு இடம் புத்துயிர்ப்பின் தலைப்பாகம் அல்லது மாறுபாட்டைக் குறிக்கும் முனை (Knickpoint) எனப் படும். காலக்கிரமத்தில் தலைப்புற அரிப்பால் 'நிக்பாயிண்ட்' ஆற்றின் தலைப்புறமாகப் பின்னோக்கி நகரும். பள்ளத்தாக்கில் அமைந்த பாறைகளின் தன்மைக்கேற்ப நிக்பாயிண்ட் பின்னோக்கி நகரும் வீதம் அமையும். உதாரணமாக, அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் ஓரமாக வடஅமெரிக்காவில் கடற்கரைச் சமவெளி மேலுயர்ந்ததால் அப்பிரதேசத்தில் பாயும் ஆறுகள்

தாழ்ந்த கடல் மட்டத்திற் கேற்பத் திரும்பவும் படிமுறையாக்கப்பட்டுள்ளன. கடற்கரைச் சமவெளியில் நிக்பாயிண்டுகள் மிக விரைவாகப் பின் நகர்ந்தன. இப்போது அதிகத் தடைத்தன்மை பெற்ற பழைய நிலப்பகுதிப் பாறைகளும், கடற்கரைச் சமவெளியும் கூடும் இடத்தில், நிக்பாயிண்டுகள் அமைந்துள்ளன. இச்செயலால் பல நீர்வீழ்ச்சிகளும், துள்ளல்களும் ஏற்பட்டுள்ளன. இவை பழைய பள்ளத்தாக்கின் படுகைக்கும் புதிய பள்ளத்தாக்கின் படுகைக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டைக் குறிப்பிடுகின்றன. பள்ளத்தாக்குப் படுகையில் உள்ள கடினப் பாறைகளுடன் நிக்பாயிண்டுகளை எப்போதும் ஒப்பிட இயலாது. காலக்கிரமத்தில் நிக்பாயிண்டு கடினப் பாறையையும் அரித்துத் தலைத்திசையில் செல்லக் கூடும். முதலாற்றுப்படுகையின் தாழ்ந்த நிலைக்கேற்பத் துணையாறுகளும் தங்கள் படுகைகளை மேலும் அரித்து ஆழமாக்கு

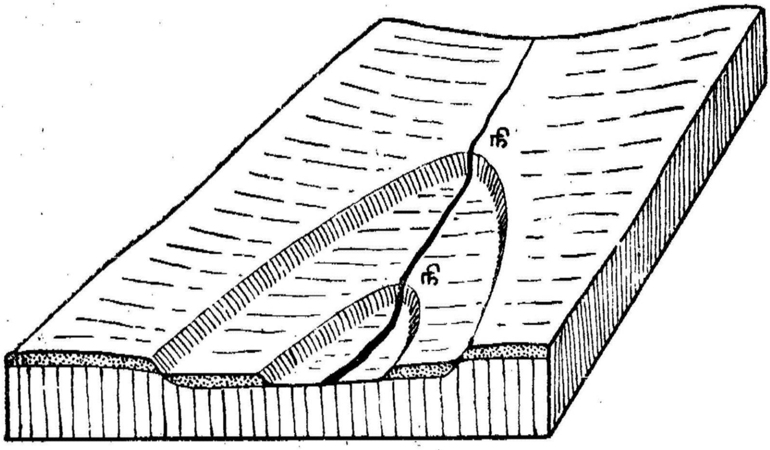


படம்—29. புத்துயிர்ப்பு அடைந்த ஆற்றைக் காட்டும் நெடும் பக்கப் பார்வை. நி—நிக்பாயிண்டுகள்.

கின்றன. பள்ளத்தாக்குகள் இணையும் இடத்தினின்றும் தலைப்புறமாய் அவை ஆழமாக்கப்படுகின்றன. ஆகவே துணையாறுகளிலும் நிக்பாயிண்டுகள் இருக்கக் கூடும். சில ஆறுகளில் பல புத்துயிர்ப்பு நிலைகளைக் குறிக்கும் பல நிக்பாயிண்டுகள் காணப்படலாம். அப்படிப்பட்ட ஆறுகள் கூட்டு (Composite) நெடும் பக்கப் பார்வை உடையவை எனப்படும். புத்துயிர்ப்பின் ஒவ்வொரு நிலையிலும் அமைந்த நிக்பாயிண்டுகள் நெடும் பக்கப் பார்வையில் காணப்படாதிருக்கலாம். பின்னரமைந்த நிக்பாயிண்டுகள் பின் நகரும்போது முன் நிகழ்ந்த புத்துயிர்ப்பு நிலைகளில் ஏற்பட்டவற்றுள் சில நிக்பாயிண்டுகளை அரிப்பால் நீக்கிவிடக்கூடும். பள்ளத்தாக்கு வழியில் அரிபடாப் பாறைகள் வெளிப்பட்டுள்ளபோது படிமுறையாக்கப்படாத இளமை நிலையிலுள்ள ஆறுகளின் நெடும் பக்கப் பார்வையிலும் முறிவுகள் காணப்படும். ஆனால்

குறுக்குப் பக்கத் தோற்றம் ஒப்பிடப்படும் போது இளவாற்றுப் பள்ளத் தாக்கிற்கும், புத்துயிர் பெற்ற ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்கிற்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமைகள் தெற்றெனத் தெரியும்.

புத்துயிர் பெற்ற ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் பக்கப் பார்வை பள்ளத்தாக்கினுள் பள்ளத்தாக்குத் (Valley-in-valley) தோற்றத்தைத் தெளிவாகக் காட்டும். பழம் பள்ளத்தாக்குப் படுகை வெட்டப்பட்டு அதன் மிகுதிப் பகுதிகள் புதிய பள்ளத்



படம்—30. பள்ளத்தாக்கினுள் பள்ளத்தாக்கு. நி—நிக்பாயிண்டுகள்.

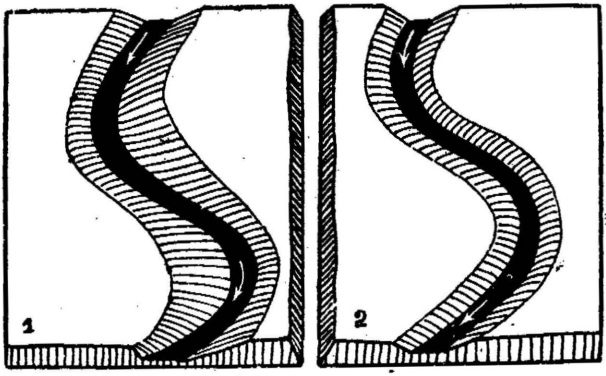
தாக்குப் பக்கங்களில் காணப்படலாம். அதிகச் சரிவும் இளமை நிலையையுங் கொண்ட கீழமைந்த பள்ளத்தாக்குப் பக்கங்களை மேலமைந்த மென்சரிவு கொண்ட பழைய பள்ளத் தாக்கினின்று பிரிக்கும் 'தோள்' (Shoulder) அல்லது சரிவு முறிவு (Break of slope) எனப் பெயர் கொண்ட அமைப்பு புத்துயிர் பெற்ற பள்ளத்தாக்கின் சிறப்பியல்புத் தோற்றமாகும். முதலாற்றுப் பள்ளத்தாக்கு ஆழமாக்கப்படுவது அதில் நுழையும் துணையாறுகளைப் பாதிக்கும். ஆதலால் துணையாறுகளும் பள்ளத்தாக்கினுள்-பள்ளத்தாக்குத் தோற்றத்தைப் பெறுகின்றன. சில பள்ளத்தாக்குகள் பல புத்துயிர்ப்பு நிலைகளைக் காட்டி நிற்கின்றன. ஒன்றினுள் ஒன்றாக அமைந்த பல பள்ளத்தாக்குகளைக் காணலாம். மிக அண்மையில் அமைந்த பள்ளத்தாக்கு இளமையைக் காட்டு

கின்றது. இவ்வாருன பள்ளத்தாக்குகள் பல சுழற்சிப் பள்ளத் தாக்குகள் (Multi-cycle valleys) எனப்படுகின்றன.

ஆற்றின் புத்துயிர்ப்பால் அரித்து அழுந்திய மியாண்டர்கள் (Incised Meanders) அமைகின்றன. இவைகளில் சில பாறையில் வெட்டப்பட்டவையாயும், மற்றுஞ் சில வண்டற் படிவுகளில் அழுந்தியவையாயும் இருக்கும். இவை பள்ளத் தாக்குப் படுகைக்குங் கீழ்மட்டத்தில் அமைந்தவையாகும். ஒரு வளைந்து செல்லும் ஆறு தன் படுகையின் மட்டத்திற்கும் கீழ்த் தன் வழியை ஆழமாக்கும்போது அரித்து அழுந்திய ஆற்று வளைவுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. முதற் சுழற்சியின் இளமை நிலையிலோ அன்றி முதற் சுழற்சியில் அமைக்கப் பட்ட ஆற்று வளைவுகள் புத்துயிர்ப்புப் பெறுவதாலோ ஆழமாக்கப்படுதல் நிகழும். இப்படியாகச் சில அரித்து அழுந் திய ஆற்று வளைவுகள் ஒரே சுழற்சியில் தோன்றியும், மற்றுஞ் சில இரு சக்கரச் சுழற்சிகளில் தோன்றியும் இருக்கக் கூடும்.

அரித்து அழுந்திய ஆற்றுவளைவுகள், பதிந்து அழுந்திய (intrenched meanders) வளைவுகள், உள்வளர்ந்த வளைவுகள் (ingrown meanders) என இருவகைப்படும். பதிந்து அழுந்திய ஆற்று வளைவுகளில் வளைவுகளின் உட்புறம் வெளிப்பக்கம் இருபுறங்களிலும் ஒரே வகை நிலச்சரிவுகளை உடையதா யிருக்கும். பக்கவாட்டு அரிப்பு இல்லாது பள்ளத்தாக்குகள் விரைவாக ஆழமாக்கப்படும்பொழுது இத்தகைய மியாண்டர்கள் (ஆற்று வளைவுகள்) அமைக்கப்படுகின்றன. புத்துயிர்ப்பு நிகழும்போது மியாண்டர்கள் கீழ்நோக்கி நகருவதில்லை யாதலால் அவற்றின் வளைவுகள் மாருது இருக்கின்றன. நிக்பாயிண்டுகளுக்குக் கீழ்ப் புறத்தில் பதிந்து அழுந்திய மியாண்டர்கள் காணப்படுகின்றன. உள் வளர்ந்த மியாண்டர் களில் உட்புறத்தில் மென்மையான சரிவும் வெளிப்பக்கத்தில் கீழ் அரிக்கப்பட்ட செங்குத்துச் சரிவும் காணப்படும். இரு பக்கச் சரிவுகளுக்கும் இடையே உள்ள இவ்வேற்றுமை, உள் வளர்ந்த மியாண்டர்களைப் பதிந்து அழுந்திய மியாண்டர்களி னின்றும் வேறுபடுத்துகின்றது. செங்குத்து அரிப்புடன் மியாண்டர்களின் பக்கவாட்டு நகர்தலும் உடன் சேரும்போது உள்வளர்ந்த மியாண்டர்கள் அமைகின்றன. நிலப்பரப்பின் மெதுவான மேலுயர்விஞலோ, சாய்விஞலோ ஆற்றுப் பாதையின் கீழ்ப்புறத்தில் தடைப்பாறையைக் கடப்பதாலோ செங்குத்து அரிப்பு, பக்கவாட்டு அரிப்பு இவற்றின் சேர்க்கை நிகழலாம். மியாண்டர்கள் பக்கவாட்டில் நகர்ந்தால் அவற்

றின் வளைவுகள் அதிகமாகின்றன. அது போலப் பக்கங்களின் அரிப்பு மிகுந்து மியாண்டரின் கழுத்து வெட்டப்பட்டாலும் மியாண்டரின் வளைவு மிகும். கைவிடப்பட்ட மியாண்டர் வளைவின் இடையில் ஒருதனிப்பட்ட குன்று மிகுதியாய்நிற்கும்.



படம்—31. அரித்து அழுந்திய மியாண்டர்கள்.
1. உள்வளர்ந்த வளைவுகள். 2. பதிந்து அழுந்திய வளைவுகள்.

இதனை வெட்டப்பட்ட கிளைக்குன்று (Cut-off-spur) அல்லது மியாண்டர் உள்ளீடு (Meander core) என்கின்றனர். இது போல், மியாண்டர் கழுத்தின் அடிப்பாகம் அரிக்கப்படும் போது, கீழ்ப்புறம் ஊடே வெட்டப்பட்டு ஆற்றின் பாதை மாற்றப்படும். துண்டிக்கப்படாதுள்ள மேற்புறம் ஆற்றின் குறுக்கே ஒரு இயற்கைப் பாலமாக (Natural bridge) அமைகின்றது.

ஒரே பள்ளத்தாக்கின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் சில ஆறுகளில் பதிந்து அழுந்திய மியாண்டர்களும், உள்வளர்ந்த மியாண்டர்களும் காணக்கிடைக்கும். பள்ளத்தாக்கில் வெளிப்பட்டுள்ள பாறைகளின் தன்மையும், ஆறு கொண்டு செல்லும் சுமையளவும் அரித்து அழுந்திய மியாண்டர்களின் வகையைக் காட்டும் குறிப்புகள் எனச் சிலர் கருதுகின்றனர். பதிந்து அழுந்திய மியாண்டர்கள் கடினப்பாறைப் பிரதேசங்களிலும், சிறிதளவு சுமையைக் கொண்டு செல்லும் ஆற்றுப் பிரதேசங்களிலும் பெருகி அமைகின்றன. அது போலவே, உள்வளர்ந்த மியாண்டர்கள் குறைந்த தடைத்தன்மை பெற்ற பாறைப்பிரதேசங்களிலும், அதிகச் சுமையைக் கொண்டு செல்லும் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளிலும் காணப்படும். எனவே அரித்து

அழுந்திய மியாண்டர்களின் தோற்றத்தை விளக்க மேற்கூறிய காரணங்களையும், மேலுயர்தல் விகிதத்தையும் கவனத்திற் கொள்ள வேண்டும்.

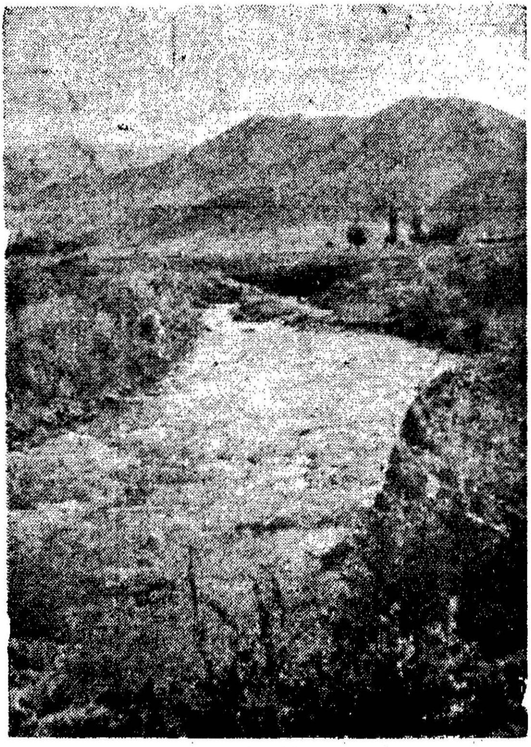
ஆற்றுத்திடல்கள் (River Terraces)

ஒரு பள்ளத்தாக்கில் ஏற்படும் அரித்து அழுந்திய மியாண்டர்கள் ஆற்றுத்திடல் ஏற்படக் காரணமாகின்றன. ஆற்றுத்திடல்கள் தற்போதைய படுகை மட்டத்திற்கு மேல் மட்டத்தில் அமைந்த ஏறத்தாழச் சமதளமுள்ள நிலப்பகுதிகளாகும். இவை முன்னமைந்த படுகைத் தளங்களின் மிகுதிப் பகுதிகளாம். இவை பள்ளத்தாக்கின் இருமருங்கிலும் காணப்படலாம். முன்னர் ஆற்றால் படிமானமாக்கப்பட்ட மணல், களிமண், கற்குவையாலமைந்த ஆற்றுத் திடலின் மேற்பரப்பு, பள்ளத்தாக்கில் ஆறு ஓடும் திசையில் சரிவுடையதாயிருக்கும். இத்திடல்கள், செங்குத்து, பக்கவாட்டு அரிப்புகளின் கூட்டுச் செய்கையாலானவையாதலால் அவற்றின் அமைப்பு ஒழுங்கற்றதாயுள்ளது. இப்பண்புகள் ஆற்றுத்திடல்களை ஏரிக்கரை மற்றும் கடற்கரைகளில் அமைந்த திடல்களினின்று பிரித்துக் காட்டுகின்றன.

மியாண்டருள்ள ஒரு ஆறு பள்ளத்தாக்குப் படுகையை மெல்ல அரிப்பதால் ஆற்றுத்திடல்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஆறுகளைப் பாதிக்கும் நிலைகளுக்கேற்பச் செங்குத்து அரிப்பும், பக்கவாட்டு அரிப்பும் ஒரே சமயத்திலோ அன்றி மாறி மாறியோ நிகழலாம். பக்கவாட்டு அரிப்பின் பல நிலைகளில் உண்டான ஆற்று வெள்ளச் சமநிலங்கள் வெவ்வேறு உயரங்களில் காணப்படும். முன் அமைந்த வெள்ளச் சமநிலம் திடலாக அமைவது தற்செயலாகவோ அல்லது பக்கவாட்டில் அரிக்க இயலாது பாறைகள் கட்டுப்படுத்துவதனாலோ இருக்கலாம். படி முறையான ஒரு ஆற்றால் பக்கவாட்டு அரிப்பின் வாயிலாகவும் ஆற்றுத்திடல் உண்டாக்கப்படலாம். இங்ஙனம் அமைந்த படுகைப் பாறைத் திடல்களின்மேல் ஒரு மெல்லிய வண்டல் அடுக்கு இருக்கும்.

ஆற்றுத் திடல்களின் அமைப்புகளை உற்று நோக்குங்கால் பல திடல்களுக்கிடையேயும், ஒரே திடலின் பல பகுதிகளிலும் அகலத்தில் வேறுபாடுள்ளது என அறியலாம். ஒரே ஆரமும், ஆயின் பல நீள அளவுகளுமுடைய வளைவுகளால் திடல்கள் வரையறுக்கப்படுகின்றன. இவ்வளைவுகள் ஆற்றின் போக்

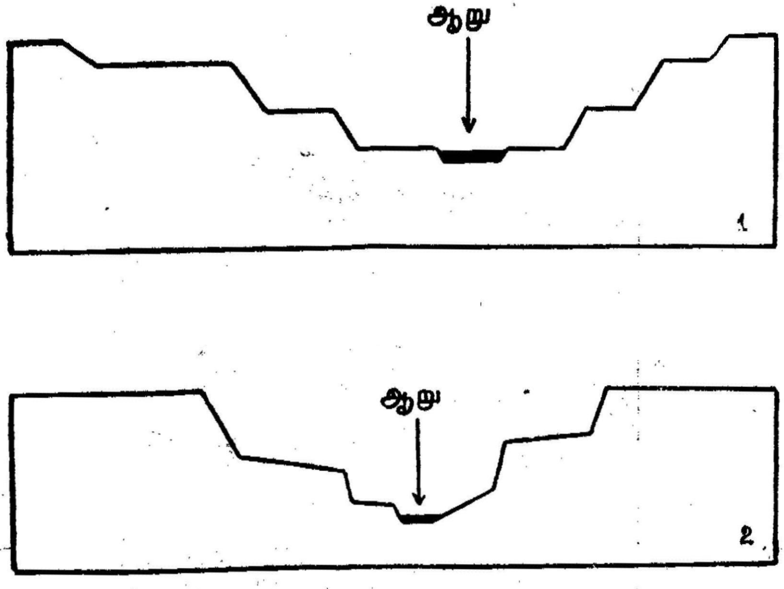
கிற்கு உட்குவிந்த நிலை உடையனவாய் இருக்கும். இவை முந்திய மியாண்டர்களின் பகுதிகளைக் காட்டுகின்றன. வளைவுகள் ஒன்று சேர்ந்து ஆற்றை நோக்கிப் படிகள் போன்று அமையலாம். சில இடங்களில் கஸ்புகள் (Cusps) ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அமைந்து ஒரு திடற் கிளைக்குன்றாக அமையலாம்.



படம்—32.
அரவன் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலுள்ள ஆற்றுத் திடல்கள்

மிக உயர்ந்த திடல் பள்ளத்தாக்கின் சரிவுப் பக்கங்களுடன் இணைந்து விடுகிறது. திடலின் பரப்பு ஒரு மென்மையான பின் சாய்வு உடையதாக இருப்பதால் மேல் திடலுக்குச் செங்குத்துச் சரிவை அளிக்கின்றது. இவ்வளைந்த செங்குத்துச் சரிவின் அடிப்புறத்தில் அநேகமாய் ஒரு சதுப்பு வாய்க்கால் இருக்கும். ஊசலாடும் மியாண்டரால் அண்மையில் துண்டாக்கப்பட்டிருப்பின் மட்டுமே செங்குத்துச் சரிவு பாதுகாக்கப்படும். பழைய திடல்களில் செங்குத்துச் சரிவுகள் சிதைந்து மென் சரிவுகளாய் மாறியிருக்கக்கூடும். மேல்திடல் கீழ்த்திடலுடன்

சிறிது சிறிதாக இணையும். செங்குத்துச் சரிவு நீரரி பள்ளங்களால் அரிக்கப் படலாம். நீரரி பள்ளங்களால் அரிக்கப்பட்ட பொருள்கள் கீழ்த்திடலில் விசிறி (Fan) போலப் படிந்து விடும்.



படம்—33. ஆற்றுத்திடல்கள் 1. இணைத்திடல்கள் 2. இணையில்லாத் திடல்கள்

ஆற்றுத்திடல்களை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை 1. இணைத்திடல்கள். 2. இணையில்லாத்திடல்கள் என்பவையாம். இணைத்திடல்களில் பள்ளத்தாக்கின் இருமருங்கிலும் அமைந்த திடல்களின் மட்டங்களில் ஒரு சீர்த்தன்மை இருக்கின்றது. மிக உயர்ந்த திடல், ஆற்றுல் அமைக்கப்பட்ட, முதல் வெள்ளச் சமநிலத்தின் மட்டத்தைக் குறிக்கும். இதன் பின்னர்ச் சிறிது காலத்திற்குச் செங்குத்து அரிப்பு நிகழ்ந்தால் வெள்ளச் சமநிலம் அரிக்கப்பட்டுத் தாழ்மட்டத்தை அடையும். அமைதியான காலத்தில் மியாண்டர்களின் ஊசலாடுந் தன்மையால் பக்கவாட்டு அரிப்பு நிகழும். முன்னதைக் காட்டிலும் தாழ்மட்டத்தில் பிறிதொரு வெள்ளச் சமநிலம் அமைக்கப்படும். அடுத்த செங்குத்து அரிப்பு நிகழும் நிலையில் இப்புது வெள்ளச் சமநிலம் அரிக்கப்பட்டு இரு மருங்கிலும் ஒரே மட்டத்திற் புதுத்திடல்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆதலின், நெடுங்

கால வரம்பு கொண்ட பக்கவாட்டு அரிப்புக் காலங்களேயும், அடுத்துச் செங்குத்து அரிப்பும் மாறிமாறி அமையும்போது இணைத்திடல்கள் உண்டாகின்றன. இந்நிலைகள் எப்போது இருக்கும்? நிலம் விரைவாக மேலுயர்ந்து, பின்னர் நீண்ட காலம் அசைவற்ற நிலையில் இருந்தால், மேற் கூறிய நிலை இருக்கும். அசைவற்ற நிலை நீண்ட காலத்திற்கு நீடித்தால் மேலேயுள்ள திடல்கள் பக்கவாட்டு அரிப்பால் நீக்கப்பட்டு விடலாம். மாருக, மேலுயர்தல் குறைந்த காலத்திற்குள் அடுத்தடுத்து நிகழ்ந்தால், பக்கவாட்டு அரிப்பு, பரப்பிற் குறைந்திருக்கும். நீண்ட காலத்தில் அமைந்த வெள்ளச் சம நிலங்களைக் காட்டிலும் குறுகிய காலத்தில் அமைந்தவை பரப் பிற் குறைந்திருக்கும். எனவே முந்திய வெள்ளச் சமநிலங்கள் இருமருங்கிலும் இணைத் திடல்களாகக் காணப்படும். இது போன்ற இணைத்திடல்கள் அரிதானவை. இவை பள்ளத்தாக் குச் சமநிலத்திடல்கள் (Valley plain Terraces) எனக் கூறப்படு கின்றன.

சாதாரணமாகப் பள்ளத்தாக்கின் இருபுறமுள்ள திடல் களின் மட்டங்கள் பெருமளவிற்கு வேறுபடுகின்றன. இவை வெள்ளச் சமநிலத்தில் மியாண்டருள்ள ஆற்ருல் நிகழ்த்தப் படும் செங்குத்து மற்றும் பக்கவாட்டு அரிப்புகளின் சேர்க்கை யின் பயனுகும். ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்ருெரு புறத்திற்கு மியாண்டர் இடம் பெயர்வது (ஊசலாடுவது) வெள்ளச் சம நிலத்தை ஆழமாக்குகின்றது. ஒவ்வொரு முறை மியாண்டர் ஒரு பக்கத்தை அடையும் பொழுதும் அதன் படுகை முன் இருந்த மட்டத்தைக் காட்டிலும் ஆழமாக இருக்கும். மியாண் டர் பள்ளத்தாக்குச் சரிவுப் பக்கத்தை அடையும் பொழுது அத்தகைய மியாண்டரின் ஊசலாடுந்தன்மை முந்திய வெள் ளச் சம நிலத்தை முற்றிலும் அழித்து விடலாம். சில சமயங் களில் முந்திய வெள்ளச் சமநிலம், திடலாக எஞ்சியிருக்கலாம். பக்கத்திற்குப் பக்கம் திடல்கள் மட்டத்தில் மாறுகின்றன. பதிந்த கிளைக்குன்றுகள் மியாண்டரின் ஊசலாடுவதைத் தடை செய்யும் இடங்களில் திடல்கள் அரிப்பினின்றும் பாதுகாக்கப் படுகின்றன. இத்தகைய திடல்கள் பாறையால் பாதுகாக்கப் பட்ட (Rock defended) திடல்கள் எனப்படும். திடலின் அடிப் புறத்தில் தோன்றும் அடித்தளப்பாறை செங்குத்து அரிப்பு மற்றும் பக்கவாட்டு அரிப்பால் திடல் அழிவதையும் தடுக் கிறது. வெள்ளச் சமநிலப் படிவுகளுக்கடியில் புதைந்துள்ள கிளைக்குன்றுகளோ அன்றிக் கடினப் பாறைகளோ இருக்கும் இடங்களில் மியாண்டர்கள் பக்க வாட்டில் ஊசலாடுவது

குறைக்கப்படுகின்றது. ஆனால் இத்தலத்திற்கு மேற்புறத்திலும் கீழ்ப்புறத்திலும் மியாண்டர்கள் தடையின்றி ஊசலாடி அரிப்பதால் உட்குவிந்த வளைவுள்ள திடல்முகங்கள் உண்டாக்கப் படுகின்றன. அரிப்பைத் தடுக்கும் பாறை தோன்றும் ஒவ்வொரு இடத்திலும் இரு உட்குவிந்த வளைவுள்ள, திடல் முகங்கள் ஒரு கஸ்பில் ஒன்றாகச் சேருகின்றன. இக்கஸ்புகள் ஒன்றின் மேலொன்றாக அமைக்கப்படலாம். செங்குத்து அரிப்பையும் பக்கவாட்டில் மியாண்டர்கள் ஊசலாடுவதையும் அனுமதிக்கும் ஓர் அடிமட்ட எதிர்மறைமென்னசைவு (Slow negative change of base level) உள்ளபோது இணையில்லாத் திடல்கள் அமையலாம். அரிப்பின் அடிமட்டத்தில் மாறுதலின்றிச் சுமையளவு குறைதலோ அல்லது நீரளவு அதிகரித்தலோ அது போன்ற பயனை உண்டாக்கலாம். உதாரணமாக, பனியுகத்தில் ஆறுகள் அதிகச் சுமையைக் கொண்டவையாய் இருந்தன. எனவே அவை பள்ளத் தாக்குகளைப் படிவுகளால் நிரப்பின. பனிக்காலத்திற்குப் பின்னர், ஆறுகள் கொண்டு செல்லும் சுமை குறைந்திருக்கும். ஆதலால் ஆறுகள் அவற்றின் வெள்ளச் சமநிலப் படிவுகளை அரிக்கத் தொடங்கி இருக்கலாம். சுமை குறைவின் காரணமாய் நிகழும் இத்தகைய அரிப்பு மிக மெதுவான செயல் முறையாகும். அது மியாண்டர்களின் பக்கவாட்டு ஊசலாடுவதற்கும், செங்குத்து அரிப்புக்கும் துணை செய்யும். ஆற்றின் புத்துயிர்ப்பிற்கு ஆக்கமளிக்கும் காலநிலை மாறுதல்களும் ஆற்றுத்திடல்களை ஏற்படுத்தலாம்.

திடல் வளர்ச்சியின் நிலைகள் (Stage of terrace development): இணையற்ற அல்லது மியாண்டர் வடுத்திடல்கள் தாம் மிகச் சாதாரணமாய்க் காணப்படுபவை. நெடுங்கால அளவில் மெதுவாக அரிக்கும் செய்முறையால் அவை நிகழ்கின்றன. எனவே, திடல் வளர்ச்சியின் நிலைகளை வேறுபடுத்த இயலும். முதல் நிலையில், தாழ்ந்த திடல்கள் ஏற்படுகின்றன. இத்திடல்களிலுள்ள வளைவுகளும் கஸ்புகளும் மியாண்டர்கள் ஆற்றின் கீழ்ப்புறமாக இடம் பெயர்வதைக் குறிக்கின்றன. மியாண்டர்கள் ஒரு முறை ஊசலாடுவதால் உண்டாக்கப்பட்டவை ஒரு ஊசல் குத்துச்சரிவு அல்லது கஸ்ப் எனப்படுகின்றது. திரும்பவும் அதே பக்கத்திற்கு ஆறு ஊசலாடிவரின் அது தாழ்மட்டத்தில் அரித்துக்கொண்டிருக்கும். முதலில் உண்டாக்கப்பட்ட குத்துச் சரிவு உயரமாய் இருக்கும். சில இடங்களில் முதல் திடலின் இடத்திற்கும் அப்பால் மியாண்டர் ஊசலாடலாம். அத்தலத்தில் முதல் திடல் அடித்தலத்தில் அமைந்த பாறை மேடைகளால் (Rock ledges) அரிப்பினின்றும்

பாதுகாக்கப்படலாம்; அல்லது திடல் முகத்தினின்றும் தொலைவில் மியாண்டர் ஊசலாடியிருக்கக் கூடும். இச்செயலா லும் முதல் திடல் பாதுகாக்கப்படலாம். நடுநிலைகளில், மியாண்டர்களின் திரும்பத் திரும்ப ஊசலாடுந்தன்மையால், பெரும்பான்மையான உயர்திடல்கள் அழிக்கப் பட்டிருக்க லாம். இங்குமங்கும் சிறிய மிகுதிப் பகுதிகள் மிகுந்து நிற்கக் கூடும். தாழ்ந்த திடல்கள் துண்டாக்கப்படாததால் அழிக்கப் படாமல் இருக்கலாம். இந்நிலையில் வெவ்வேறு மட்டங்களில் பல திடல்களைக் கண்டறியலாம். பள்ளத்தாக்குப் படுகை யின் அரிப்பு மிகவும் மெதுவாக நிகழ்ந்து இறுதியில் முடி வடையும்போது திடல் வளர்ச்சியின் இறுதி நிலை அடையப் பெறுகிறது. அரிப்பிற்கு ஆக்கமளிக்கும் காரணிகளான, மெதுவான மேலுயர்தல் போன்ற காரணங்கள் இயங்காது நிற்கும்போது பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் அரிப்பும் முடிவு பெறும். செங்குத்து அரிப்பைக் குறைக்கும் தடைத்தன்மை பெற்ற பரந்த பாறைப் பரப்பை ஆறு சந்திக்கும் போதும் பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் அரிப்பு முடிவு பெறலாம். இந் நிலையில் ஒரே தளத்தில் மியாண்டர்கள் ஊசலாடுகின்றன. முந்நிலைகளில் ஏற்படுத்தப்பட்ட திடல்கள் முழுதும் அரிக்கப் படக்கூடும். தொடக்க வெள்ளச் சமநில மட்டத்தினின்று தற்போதைய வெள்ளச் சமநில மட்டத்திற்கு உள்ள பரப்பு இறக்கம், பெரும்பாலும் ஒரே செங்குத்துச் சரிவாக இருக்கும். இடைமட்டங்களிலுள்ள திடல்கள் அழிக்கப்பட்டிருக்கக் கூடு மாதலால் இங்ஙனம் ஒரே செங்குத்துச் சரிவு அமைகிறது. எனினும், இங்குமங்கும் சில தாழ்த்திடல்கள் மிகுதிப் பகுதி களாய் இருக்கலாம்.

திடலின் மேற்பரப்பு ஒழுங்கான சமதளமாய் இருப்ப தில்லை. வெள்ளச் சமநிலத்திற் காணப்படும் வறண்ட அருவி வாய்க்கால்கள், மணல் தடைகள், உயரணைத்தொடர் (levee-ridge) போன்ற தோற்றங்களைத் திடலில் காணலாம். பள்ளத் தாக்குப் பக்கத்தினின்றோ அன்றி உயர்திடலினின்றோ நிலம் சரிதல், அரிப்பு, பள்ளத்தாக்குப் பக்கத்தில் ஓடும் அருவி களால் வண்டல்படிதல் ஆகியவற்றாலும் திடலின் மேற்பரப்புப் பாதிக்கப்படுகிறது. திடல் அமைப்பிற்குப் பின் அதன் தோற்றம் மாற்றமடைவதால், இணையாக இருந்த போதிலும் திடல்களை இணைத்துக் கூறுவது கடினமாகும். அவற்றின் வயதுகளில் அதிக வேற்றுமை இருப்பின் புதைந்துள்ள ஃபாஸில்களைக்கொண்டு திடல்களை இணைத்துக்கூற இயலும். ஒரு திடல் அமைந்ததற்கும், மற்றொன்று உண்டாவதற்கும்

இடையில் கால அளவு குறுகியதாயிருப்பின் இம்முறை பயனற்றதாகும். ஆற்றின் கீழ்ப்புறத் திசையில் சரிவைச் சரிக் கட்டிக் கணக்கிட்ட பின்னர், பள்ளத்தாக்கின் இருபுறமுள்ள திடல்களின் மட்டங்களை ஒப்பிட்டு நோக்குவது சாதாரண முறையாகும். ஒரு பள்ளத்தாக்கிலுள்ள திடலை மற்றொன்றில் உள்ள திடலுடன் இணைத்து ஒப்பு நோக்குவது பின்னுங் கடினமானதாகும்.

ஆற்றுத்திடல்கள் மனிதனுக்கு முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. வெள்ளத்தின் மட்டத்திற்கு மேலான உயரத்திலுள்ளதால் அவை இருப்பிடம் அமைக்க ஏற்ற தலங்களாகும். அவை நில நீரை அதிகமாகக் கொண்டுள்ளதால் எளிதில் கிணறுகள் மூலம் நீர் வசதி பெறலாம். ஆற்றுத் திடல்களில் செறிவுப் பயிர் முறையைப் பின்பற்றலாம். பழங்கற்கால மனிதனின் கல்லாயுதங்களையும், ஃபாஸில்களையும், இத்திடல்கள் கொண்டுள்ளன. ஆற்றுத்திடல்கள் புதைபொருள் முக்கியத்துவம் பெற்றிருப்பதனால் அவைகளைப் பற்றி விரிவான விவரம் வெளியிடப்பட்டுள்ளது. சென்னையை அடுத்துள்ள கொற்றலையாற்றுப் (Courtalaiyar) பள்ளத்தாக்கிலுள்ள ஆற்றுத் திடல்களில் புதைந்துள்ள கற்கால மனிதனின் கல்லாயுதங்களைப்பற்றித் திரு. வி. டி. கிருஷ்ணசாமி (Sri. V.D. Krishnaswamy) ஆராய்ச்சி செய்துள்ளார். ஆற்றுத் திடல்கள் குறைந்த மட்டமும், பரப்பும் உடையவையாதலின் அவைகளைச் செவ்வையாக இடவிவர மேப்பு (Topographic maps) களில் குறிக்க முடியாது. அவை ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கில் படிப்படியாக அமைந்துள்ளதை நேரில் காணலாம்.

அரிப்பின் அடிமட்டத்தின் நேர்நிலை அசைவு அல்லது அமிழ்தல் (Positive movement of base level or submergence)

ஒரு நிலப்பகுதி அமிழ்த்தப்படுதலில் முடியும் கடல் நீர் மட்ட உயர்வால் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிக்குக் குறுக்கீடு நிகழ்ந்தால் ஆற்றுப் படுகையின் சாய்வு குறைகின்றது. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் கீழ்ப்பகுதிகள் அமிழ்ந்து கழிமுகங்கள் ஏற்படுகின்றன. கடற்கரை ஒழுங்கற்றதாக மாறுகிறது. ஆற்றின் திறன் குறைவதால் பள்ளத்தாக்கு முழுதும் பொருள்கள் படிந்துவிடுகின்றன. ஆற்றின் முகத்தருகே டெல்டாக்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. புதிய கடல் மட்டத்திற்கேற்ப ஒரு படிமுறையாக்கப்பட்ட பக்கப் பார்வை அமைத்துக் கொள்ளும் வரை படிதல் தொடர்ந்து நடை

பெறும். முதலாற்றுப் பள்ளத்தாக்கிற்கேற்றவாறு துணையாறுகளும் தங்கள் வாய்க்கால்களை அமைத்துக் கொள்கின்றன. இத்தகைய ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கில் படிதலால் உருவாகும் நிலத் தோற்றங்கள் மிகுந்திருக்கும். அரிப்பின் அடிமட்டத்தில் மாறுதலேதும் இல்லாதபோதும் பள்ளத்தாக்கில் படிதல் நிகழலாம். ஆற்றுப் படுகையில் சுமை அதிகமாவதாலும், சுமையின் ஒரு பகுதி படிந்து விடலாம். படிமுறையாக்கப்பட்ட ஆற்றில் நீரளவு குறைவதாலும் படிதல் ஏற்படலாம். இந்நிலைகளில் ஆறு அதிக சுமையைப் பெறுகின்றது. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குப் படிமுறையாக்கப்படும் வரை அதிக அளவுச் சுமை படிந்து விடுகின்றது. தலைப்புற அருவி மற்றொரு வாய்க்கால் வழி திருப்பப்படும்போது கவரப்பட்ட ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலும் படிவுகள் அமையலாம்.

பலகை வளைத்தல் (Warping) மற்றும் சாய்தலின் (Tilting) விளைவுகள்

புவியசைவுகளால் புவிப்பரப்புப் பலகை வளைத்தலுக்கும் சாய்தலுக்கும் உட்படுத்தப்படுகின்றது. அரிப்பின் அடிமட்டத்தின் மாறுதல்களால் உண்டாகும் பயன்களைக் காட்டிலும் இவ்விரு புவியசைவுகளால் ஏற்படும் விளைவுகள் சிக்கலானவை. புவிப்பரப்பின் சில பகுதிகள் உயர்த்தப்படவும், மற்றுஞ்சில தாழ்த்தப்படவுங் கூடும்; சரிவுகள் செங்குத்தாகவோ, மெல்லியவாகவோ மாறக் கூடும்; கொப்பரைக் குழிகளோ குமிழ்களோ அமையக் கூடும். ஆற்றின் திசைக்குக் குத்தெதிராகவோ அன்றி ஆற்றின் திசைக்கு இணையாகவோ தலைப்புறமோ, கடலை நோக்கியோ சாய்தல் அமையலாம். இப் புவியசைவுகளின் விளைவு ஆற்றின் படிமுறையாக்கப்பட்ட நிலையைக் கலைப்பதாகும். பள்ளத்தாக்கின் பகுதிகள் ஆழமாக்கப்பட்டுச் சரிவு அதிகம் பெறுகின்றன. பிற பகுதிகள் புவியசைவுகளால் உண்டாகும் சரிவுக் குறைவைச் சரிக்கட்டப்படுதலால் பள்ளத்தாக்கின் மட்டத்தை உயர்த்துகின்றன. சாய்தல் விரைவாகவும், ஆற்றின் திசைக்கு எதிர்ப் புறத்திலும் அமைந்தால், ஆறு பாயும் திசை திருப்பியமைக்கப்படலாம். சாய்தலின் அச்சு (Axis of tilting) நீர் பிரிநிலமாக (Water shed) அமைகின்றது.

கீழ்நோக்கிய பலகை வளைத்தலால் பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் சரிவு திருப்பி அமைக்கப்படுவதால் ஆறுகள் குட்டைகளாக அல்லது ஏரிகளாக மாறலாம். ஏரிக்கு அடுத்துள்ள

குன்றுகளின் இடைவெளி வழியாகவோ, அல்லது ஆற்றின் முந்திய வழியில் அமைந்துள்ள தாழ்ந்த இடைவெளி வழியாகவோ, ஏரியில் நிறைந்த நீர் வெளிச்செல்லக் கூடும். குன்றுகளின் இடைவெளி வழியாக ஏரி நீர் வெளிச்செல்லுமானால், ஆற்றின் பாதை வேறு திசையில் திருப்பப்படும். ஏரி படிவுகளால் நிரப்பப்படுகின்றது. வெளிச்செல்லும் வழி அரிப்பால் தாழ்த்தப்படுவதால் நீர் வெளியே பாயும். வண்டலால் நிரப்பப்பட்ட கீழ் நோக்கிய பலகை வளைவுகள் கொப்பரைப் பள்ளச் சமநிலங்கள் (Basin plains) எனப்படும். ஆற்றின் குறுக்கே மெதுவான மேற்பலகை வளைவு நிகழ்ந்தால் கீழ்ப் பலகை வளைவு அமைந்த பகுதியைப் படிவுகளால் நிரப்புவதன் மூலம் ஆறு தன் வழியை நிலைநிறுத்துகின்றது. இது மேல் வளைந்த பகுதியில் மலை இடுக்கை அமைத்தலின் மூலமும் நடைபெறலாம்.

பலகை வளைவு, சாய்தல், பிளவு இன்ன பிற மெதுவாக நிகழும் புவியசைவுகளின் குறுக்கே தம் வழிகளை நிலை நிறுத்தும் ஆறுகள் முந்திய ஆறுகள் (Antecedent-rivers) எனப் படுகின்றன. நிலம் மேலுயர்த்தப்படும் வேகத்திலேயே இவை அரிக்கவுஞ் செய்கின்றன. ஆழமான மலை இடுக்குகளை வெட்டி அமைக்கின்றன. பிறவிடங்களில் நிலம் தாழ்த்தப் படும் வேகத்திலேயே பொருள்களைப் படிமானமாக்குகின்றன. நிலம் உயர்த்தப்படும் அளவிற்கேற்ப அரிக்க இயலாத ஆறுகள், திசை திருப்பப்பட்ட ஆறுகள், அல்லது வெற்றி பெறா ஆறுகள் (Defeated rivers) எனப்படும். சிந்து, பிரம்மபுத்திரா ஆறுகளின் தலைப்பகுதிகள் முந்திய ஆறுகளாகக் கருதப் படுகின்றன. அவை இமயமலைத் தொடரைக் குறுகிய மலை இடைவெளிகள் வழியே கடக்கின்றன. ஒரு பிரதேசத்தின் புவியமைப்பு, மற்றும் புவிப்புறவியற் சரிதத்தைக் கவனத்துடன் ஆராய்ந்த பிறகே ஓர் ஆற்றை முந்திய ஆறு என வகைப்படுத்த முடியும். மலைத்தொடர்களின் ஊடே ஆழமான குறுகிய மலை இடைவெளிகள் வழியாகப் பாயும் ஆறுகள் அனைத்தும் முந்திய ஆறுகள் ஆகா. கீழமைந்த பாறைகளின் அமைப்பினின்றும் வேறுபட்ட தன்மையுடைய பரப்புப் பாதைகளில் ஆறுகள் மேலமர்வதாலும் (Superimposition) அத்தகைய மலை இடுக்குகள் உண்டாகலாம்.

12. நில அமைப்பும் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியும்

ஒரு பிரதேசத்திலுள்ள நிலத்தோற்றம், அவ்விடத்தின் நில அமைப்பு (Structure), அதில் இயங்கும் செய்முறைகள் (Process), அவைகளின் நிலை (Stage), ஆகியவற்றை ஒத்து இருக்கும் என்று டேவிஸ் கருதினார். இம்மூன்று காரணிகளில், பிரதேசத்தின் இயங்கும் செய்முறைகளும், அவைகளின் நிலையும், நிலத்தோற்றங்களின் வகைகளையும், நில அமைப்பு அவ்வகைகளின் இனத்தையும் நிர்ணயிப்பதாகக் கூறலாம். ஒரு செய்முறையின் குறிப்பிட்ட நிலையில் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களின் தன்மை பல பிரதேசங்களிலும் பெரும்பாலும் ஒரேமாதிரியாய் இருக்கின்றது. ஆனால் இப்பிரதேசங்களின் நில அமைப்பு வேறுபட்டு இருந்தால், நிலத் தோற்றங்களில் சில சிறிய வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. ஆறுகளின் வளர்ச்சி நில அமைப்பால் பாதிக்கப்படுகிறது. இதை அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையில் வெகுவாகக் காணலாம். இந் நிலையில், நிலத்தோற்றங்களிலுள்ள வேற்றுமைகள் அதிகமாய் இருப்பதால், நில அமைப்பில் உள்ள வேற்றுமையும் நன்றாகத் தோன்றுகிறது. சக்கரச் சுழற்சியின் தொடக்க நிலையிலும், மூப்பு நிலையிலும், நிலத் தோற்ற வேற்றுமை குறைவாயிருப்பதால், நில அமைப்பின் செல்வாக்குத் தெளிவாகக் காணப்படுவதில்லை. நில அமைப்பு, முதல் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியை மட்டுமல்லாமல், பின்னால் ஏற்படும் சக்கரச் சுழற்சிகளின் போக்கையும் பாதிக்கிறது. ஒரு பிரதேசத்தின் நில அமைப்பு, அங்கே இயங்கும் அக முறைகளைப் பொருத்து இருக்கும். இவ்வக முறைகள் மாறாமல் இருப்பின், நில அமைப்பும் மாறாது.

புவிப்பரப்பில் தோன்றும் பாறைகளின் தன்மையும், அவைகள் புவியில் அமைந்திருக்கும் விதமும் ஒரே மாதிரியாக எல்லாவிடத்தும் இருப்பதில்லை. புவியோட்டில் காணப்படும்

பாறைகளின் பௌதிக மற்றும் இரசாயனத் தன்மைகளின் வேற்றுமைகள், பிரதேசத்தின் நில அமைப்புக்கு ஏற்ப மாறுபடும். அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் முதல் நிலப்பரப்பு, ஒரே சீரான மிகப்பெரிய க்ரானைட் பேதோலித்தாகவோ வெவ்வேறு அமைப்புள்ள பல படைகளைக் கொண்டதாகவோ இருக்கலாம். பாறைப் படைகள் கிடையாகவோ ஒருபக்கச் சாய்வுள்ளவையாகவோ மடிந்தவையாகவோ, பிளவுபட்டவையாகவோ அமைந்திருக்கக் கூடும். இம்மாதிரியான அமைப்பு வேறுபாடுகளைத் தவிர, பாறைகளிலுள்ள இணைப்புகள், படைத்தளங்களின் ஒழுங்கு, பாறைகளிலுள்ள தாதுப்பொருள்களின் தன்மையில் வேறுபாடுகள் முதலிய காரணங்களும், ஆறுகளின் செய்கையைப் பாதிக்கின்றன. நில அமைப்பில் வேறுபாடுகள் இல்லாதபோதும், பாறைகளின் இழைத்தன்மை, கரையுந்தன்மை, பற்று (Cohesion) முதலியவைகளிலுள்ள வேறுபாடுகளை ஆற்றின் செய்கை நன்கு வெளிப்படுத்தும்.

அரிப்புச்சக்கரச் சுழற்சியின் முன்னேற்றத்தில் துணையாறுகளின் வளர்ச்சியில் நிலவமைப்பின் முக்கியத்துவத்தை முதலில் காணலாம். நிலவமைப்புக்கும் வடிகாலமைப்புக்குமிடையேயுள்ள உறவை முன் பிரிவில் கண்டோம். ஒரு பிரதேசத்திலுள்ள மென்மையான பாறைப்படைகளில் பின்னமைந்த அருவிகள் தோன்றுவதால், அவ்வருவிகளின் பள்ளத்தாக்குகள் நிலத் தோற்றத்தில் பிரதான உறுப்புகளாக அமைகின்றன. இப்பள்ளத்தாக்குகளுக்கு இடையே இருக்கும் கடினப் பாறைப்படைகள், அரிக்கப்படாமல் தொடர் குன்றுகளாகத் தோன்றுகின்றன. இவ்வகையில் பள்ளத்தாக்குகளும், தொடர்குன்றுகளும் நில அமைப்புக்குத் தக்கவாறு ஏற்படுகின்றன.

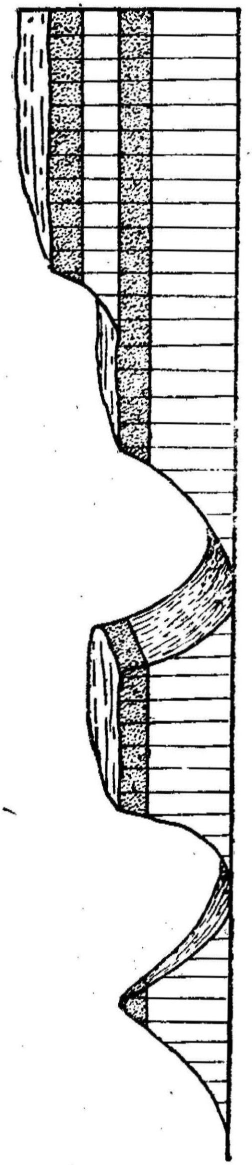
கிடை அமைப்பு (Horizontal Structure)

கிடை அமைப்புள்ள பிரதேசத்தில், புவிப்பரப்பில் அரிபடாப் (Resistant) பாறையும் அதற்குக் கீழே அரிபடும் பாறையும் இருப்பின், மேசை நிலமும் (Mesa), மொட்டைக் குன்றும் (Butte) ஏற்படுகின்றன. மேசை நிலம் என்பது விளிம்பில் செங்குத்துச் சரிவுடைய சமதளமான மேட்டுப் பிரதேசமாகும். புவிப்பரப்பில் தோன்றும் அரிபடாப் பாறை மணற்பாறையாகவோ லாவா அடுக்காகவோ இருக்கலாம். செங்குத்துச் சரிவுடைய விளிம்பில் பாயும் அருவிகளால் மேசை நிலம் அரிக்கப்படுகிறது. மேசை நிலம் அரிக்கப்படுவதால், மீதியுள்ள சில குன்றுகளை மொட்டைக் குன்றுகள் எனலாம்.

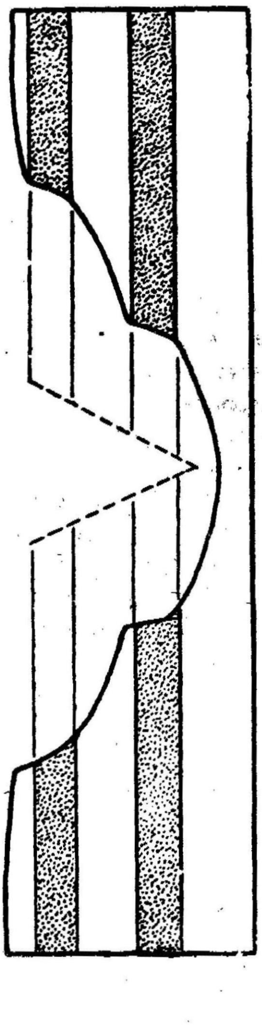
மேசை நிலங்களும், மொட்டைக் குன்றுகளும் லாவா அடுக்கு களாலான தக்ஷிண பீடபூமியில் காணக்கிடக்கின்றன.

மேசை நிலத்தைப்போலத் தோற்றமுடைய ஆனால் அதிகப் பரப்புள்ள பிரதேசத்தை அமைப்புப் பீடபூமி (Structural Plateau) எனலாம். கிடையான அரிபடாப் பாறை யடுக்கு, பரந்த பிரதேசத்தில் தோன்றினால் இப்பீடபூமி உண்டாகிறது. இப்பீடபூமியின் செங்குத்துச் சரிவுடைய விளிம்பு அரிக்கப்படுகிறது. ஆனாலும், அமைப்புப் பீடபூமிகள் மிகவும் அரிக்கப்படாமல் பல பிரதேசங்களில் இருக்கின்றன. உதாரணமாக வட அமெரிக்காவிலுள்ள கோலரேடோ (Colorado) பிரதேசத்திலும் தென்ஆப்பிரிக்காவிலும் பல பீட பூமிகளைக் காணலாம். அரிபடாப் பாறை அடுக்கு அதற்கு மேலேயுள்ள பாறைகளின் அரிப்புக்கு அடிமட்டமாக அமை கிறது. ஆகையால் முதலில் ஒரு கிடையான திட்டு ஏற்படு கிறது. காலக்கிரமத்தில் அரிபடாப் பாறையின் மேலுள்ள நிலம் முழுதும் அரிக்கப்படுகிறது. அமைப்புப் பீடபூமியின் மட்டம் கடல் மட்டத்தைவிட மிகவும் உயரமாய் இருந்தால், அது மறுபடியும் அரிக்கப்பட்டு, சில நிலத் தோற் றங்கள் ஏற்படுகின்றன. பீடபூமியின் விளிம்பில் பாயும் அருவிகள் தலைத்திசை அரிப்பால் விரிவடைந்து,ஆழமான செங் குத்துச் சரிவுடைய பள்ளத்தாக்குகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இப்பள்ளத்தாக்குகளின் வளர்ச்சியால் சில பகுதிகள் பீடபூமி யிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டு மேசை நிலங்களாகவும், மொட்டைக் குன்றுகளாகவும் தோன்றுகின்றன. பள்ளத்தாக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள பிரதேசம், செங்குத்துச் சரிவுகள் பின் நகர் வதால், அரிக்கப்படுகிறது. பல அரிபடாப் பாறைப்படைகள் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக வெவ்வேறு மட்டங்களில் தோன்றினால் புவிப் பரப்பின் மேலேயுள்ள பாறைப்படை முழுதும் அரிக் கப்படுவதற்கு முன்பே அதற்குக் கீழ் மட்டத்திலுள்ள அரிபடாப் பாறைப்படை, ஒரு திட்டாகத் தோன்றும். மேலே யுள்ள செங்குத்துச் சரிவு பின் நகர்வதால், அதற்குக் கீழே யுள்ள திட்டு அகலமாகிறது. செங்குத்துச் சரிவுக்கு மேல் இருக்கும் அரிபடாப் பாறை தடிப்பாக இருந்தால் அச்சரிவு மெதுவாகப் பின்நகருகிறது. ஆனால், அப்பாறை மெல்லிய தாக இருப்பின், செங்குத்துச் சரிவு வேகமாகப் பின்நகர் கிறது. நிலஅமைப்புப் பீடபூமிப் பிரதேசங்களில் தோன்றும் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் பக்கப்பார்வையில் பல அமைப் புத் திட்டுக்களைக் காணலாம். பள்ளத்தாக்கின் இரு பக்கங் களிலும் இருக்கும் திட்டுக்கள் உயரத்தில் ஒத்து இருக்

கின்றன. ஆறுகளின் நெடும்பக்கப் பார்வை பல ஒழுங்கீனங்களை உடையதாய் இருக்கும். உதாரணமாக, அரிபடாப்



படம்—34 இடை அமைப்பு—இப்படத்தில் மொட்டைக் குன்று, மேசை நிலம், அமைப்புப் பீடபூமி இவற்றைக் காணலாம்.



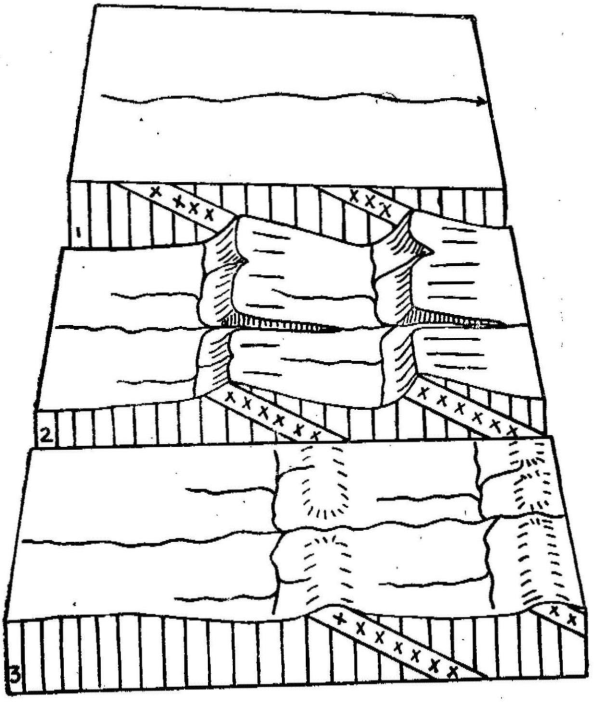
படம்—35. இடை அமைப்புள்ள பிரதேசத்தில் ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்கின் குறுக்குப் பக்கப் பார்வை. அரிபடாப்பாறை தோன்றும் இடங்களில் செங்குத்துச் சரிவு காணப்படுகிறது.

பாறை தோன்றும் இடங்களில் மற்ற இடங்களைக் காட்டிலும் ஆற்றுப்படுகையின் சாய்வு அதிகமாய் இருக்கும். இவ்

வொழுங்கினங்கள் காலக்கழிவில் நீக்கப்பட்டு ஆற்றின் நெடும் பக்கப்பார்வை ஒரே சீராக்கப் படுகிறது. ஆற்று வடிகாலின் மற்ற பகுதிகளும் படிப்படியாக அரிக்கப்படுகின்றன. இறுதியில் தோன்றும் அரிப்பாலான சமநிலம், அரிப்பின் அடிமட்டத்திலிருக்கும் அரிபடாப் பாறையின் பரப்போடு இணைந்து இருக்கும்.

ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள அமைப்பு (Uniclinal structure)

ஒருபக்கச் சாய்வுள்ள படிவுப் பாறைகளை அண்மையில் உயர்த்தப்பட்ட கடற்கரைச் சமவெளிப் பிரதேசத்திலும்,



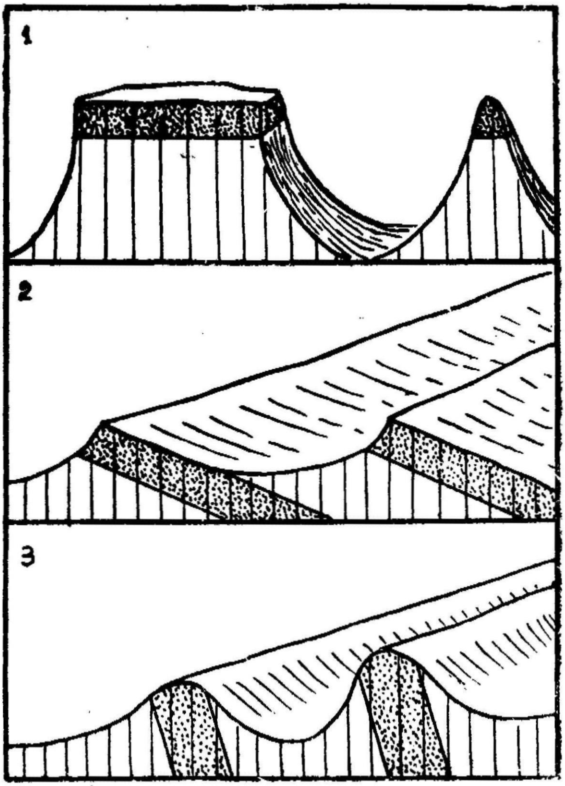
படம்—36. ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள அமைப்புடைய பிரதேசத்தில் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் நிலைகள்

1. முதல் நிலப்பரப்பில் விளைவருவி தோன்றியுள்ளது.

2. முதிர்ச்சி நிலையில் அரிபடாப் பாறையாலான குன்றுத்தொடர்களும் அரிபடும் பாறைப் பிரதேசத்தில் பின்னமைந்த அருவிகளின் பள்ளத்தாக்குகளும் இருக்கின்றன.

3. மூப்பு நிலையில் நிலத்தோற்ற வேற்றுமை குறைந்து காணப்படுகிறது. பின்னமைந்த அருவிகளின் பள்ளத்தாக்குகள் படைகளின் சாய்மானத் திசையில் இடம் பெயர்ந்துள்ளதைக் காணலாம்.

கொப்பரைப் பள்ளம் (Basin) அல்லது குமிழ் (Dome) போன்ற அமைப்புள்ள பிரதேசத்தின் விளிம்பிலும் காணலாம். அப் பிரதேசங்களில் படிவுப்பாறைகளின் பல படைகள் வெவ்வேறு அகலமுள்ள இணையான பட்டைகளாக நிலப்பரப்பில்

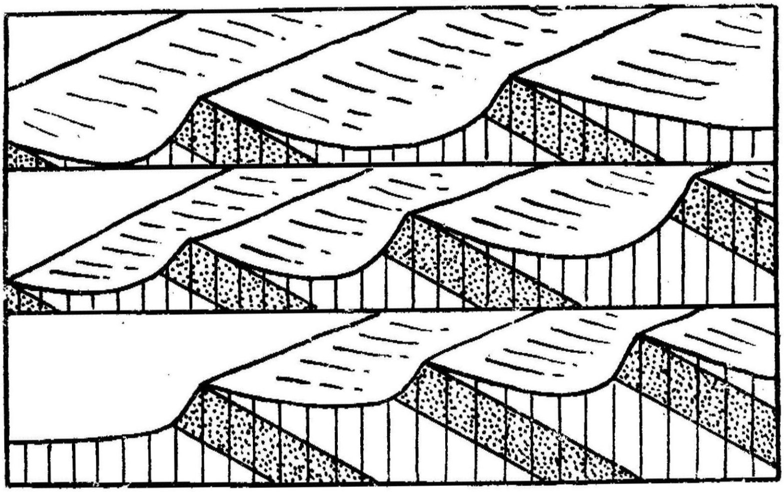


படம்—37. கிடை அமைப்பு.
1. மேசை நிலம், மொட்டைக் குன்று.
2. குயெஸ்டா 3. ஹாக்பேக்.

தோன்றுகின்றன. இப்படைகளில் சில ஆற்றின் அரிப்பிற்குத் தடை அளிப்பனவாயும் மற்றுஞ் சில எளிதில் அரிபடக்கூடியனவாயும் இருக்கலாம். எளிதில் அரிபடக் கூடிய பாறைப்பிரதேசத்தில் பின்னமைந்த அருவிகள் (Subsequent Streams) தோன்றுகின்றன. இப்பிரதேசங்கள் எளிதில் அரிக்கப்பட்டுப் பள்ளத்தாக்குகளாக மாறுகின்றன. இதற்கு மாறாக, அரிபடாப் பாறைப் பிரதேசங்கள் தொடர் குன்றுகளாகப் பள்ளத்தாக்குகளுக்கு இடையே தோன்றுகின்றன. சக்கரச்

சுழற்சியின் முதிர்ந்த நிலையில், இப்பிரதேசத்தில் நீண்டு குறுகிய தொடர் குன்றுகளும், பள்ளத்தாக்குகளும் அடுத்தடுத்து, பாறைப்படைகளின் நீட்டத்திசைக்கு இணையாக ஏற்படுகின்றன. தொடர் குன்றுகள் விளைவருவிகளால் சிலவிடங்களில் அரிக்கப்பட்டிருக்கலாம்.

தொடர் குன்றுகளின் உருவம், பாறைப்படைகளின் சாய்மானத்தைப் பொருத்து இருக்கும். படைகளின் சாய்மானம் குறைவாயிருந்தால், இத்தொடர் குன்றுகள், சாய்மானத்தின் திசையில் குறைந்த சாய்வுள்ளவையாயும், அதற்கு எதிர்த் திசையில் அதிகச் சாய்வுள்ளவையாயும் இருக்கின்றன. இத்தொடர் குன்றுகளைக் குயெஸ்டா (Cuesta) எனலாம். இவை அகலமாகவும் பரந்தவையாகவும் காட்சியளிக்கின்றன. மென்சாய்வுள்ள நிலப்பகுதியில் ஏற்படும் பிந்திய விளைவருவிகள் (Resequent streams) பின்னமைந்த அருவியின் துணையாறுகள் ஆகும். தொடர் குன்றுகளின் செங்குத்துச்சரிவில்



படம்—38. பள்ளத்தாக்குகளும் குன்றுத் தொடர்களும் பாறைப்படைகளின் சாய்மானத் திசையில் இடம் பெயர்வதை இப்படம் காட்டுகிறது.

பாய்ந்து ஓடும் முரண் விளைவருவிகளும் (Obsequent streams), பின்னமைந்த அருவிகளின் துணையாறுகளே. செங்குத்துச் சரிவு சிறிது சிறிதாகப் படைகளின் சாய்மானத் திசையில் பின் நகருகிறது. இது பின்னமைந்த அருவிகளின் பக்கவாட்டு அரிப்பின் பயனேயாகும். பக்கவாட்டு அரிப்பால், செங்குத்துச் சரிவின் அடிப்பாகம் அரிக்கப்படுகிறது. இதனால், மேலே

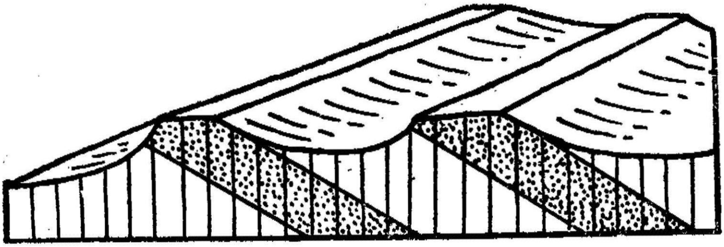
யுள்ள அரிபடாப் பாறையடுக்குத் தொங்கு நிலையில் இருப்பதால், சில பாகங்கள் கீழே விழுந்து விடுகின்றன. இவ்வகையில் செங்குத்துச் சரிவு பின் நகர்கிறது. இதை நீர்வீழ்ச்சியின் நகருவதற்கு ஒப்பிடலாம். செங்குத்துச் சரிவின் பின் நகர்தல், அதன் மேல் பாயும் முரண் விளைவருவிகளின் தலைத் திசை அரிப்பாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. ஆறுகள் அவைகளின் பள்ளத்தாக்குகளை ஆழமாக்கிக் கொண்டிருக்கும் வரையில் தான், தொடர் குன்றுகளும், பள்ளத்தாக்குகளும், சாய்மானத் திசையில் இடம் பெயர்கின்றன. செங்குத்துச் சரிவு அரிக்கப் படுவதால் அச்சரிவின் அடிப்பாகத்தில் சிதைந்த பாறைத் துகள்கள் குவிந்து இருக்கும். இந்த உடைகற்குவை மென் சாய்வுள்ளது. ஆகையால் செங்குத்துச் சரிவு, கீழ்ப்பாகத்தில் மென்சாய்வும், மேல் பாகத்தில் அதிகச் சாய்வும் கொண்டிருப்பதால், உட்குவிந்த தோற்றம் உடையதாய் இருக்கும்.

பாறைப் படைகளின் சாய்மானம் அதிகமாயிருந்தால், அப்பிரதேசங்களில் அரிப்பின் வேறுபாடுகளால் தோன்றும் தொடர் குன்றுகளின் இரு பக்கங்களிலும் நிலச் சரிவு செங்குத்தாக அமையும். இத் தொடர் குன்றுகள் குறுகியதாய் இருக்கும். இவை ஹாக்பேக் (Hogback) எனப்படும். இவை சாய்மானத்திசையில் பின் நகராமல், ஒரே இடத்தில் இருக்கின்றன.

அரிப்பின் வேறுபாடுகளால் உண்டாகும் பள்ளத்தாக்குகளும் தொடர் குன்றுகளும், அவைகளின் சாய்மானத் திசையில் இடம் பெயர்வது சக்கரச் சுழற்சியின் இளமை நிலையில் ஏற்படுகின்றது. முதிர்ச்சி நிலையில் நிலத்தோற்றத்தின் வேற்றுமை அதிகமாய் இருக்கும். இந்நிலைக்குப் பிறகு, தொடர்குன்றுகள் சிதைவாலும் சிதைந்த பொருள்களின் அசைவாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் அவைகளின் உயரமும், சாய்வும் குறைகின்றன. பள்ளத்தாக்குகளில் வண்டல் படிவதால், அவைகளின் படுகைகள் உயர்கின்றன. சக்கரச் சுழற்சியின் இறுதி நிலையில் அரிப்பாலான சமநிலம் ஏற்படுகிறது.

இந்த அரிப்பாலான சமநிலம் உயர்த்தப்பட்டால். இரண்டாவது அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி ஆரம்பமாகிறது. இச் சமநிலத்தில், முதல் சக்கரச் சுழற்சியில், நில அமைப்புக்குத் தக்கவாறு ஏற்பட்ட கொடிப்பின்னல் வடிகால் காணப்படும். இரண்டாவது சக்கரச் சுழற்சியின் தொடக்கத்திலேயே, வடிகாலமைப்பு நில அமைப்புக்குத் தக்கவாறு

அமைந்து இருக்கிறது. அருவிகள் புத்துயிர்ப்புப் பெறுவதால், அரிப்பாலான நிலத் தோற்றங்கள் உண்டாகின்றன. எளிதில் அரிபடும் பாறைப்பிரதேசங்களில், பாயும் பின்னமைந்த அருவிகள், பள்ளத்தாக்குகளை விரைவில் ஆழமாக்குகின்றன. அரிபடாப் பாறைகளாலான தொடர்குன்றுகளின் உச்சி



படம்—39. அரிபடாப் பாறைகளாலான தொடர்குன்றுகளின் உச்சி வெட்டப்பட்ட நிலையைக் காணலாம்

வெட்டப் பட்டதாய் இருக்கும். ஏனெனில், இது அரிப்பாலான சமநிலத்தின் மீதிப் பகுதியேயாகும். தொடர் குன்றுகளின் செங்குத்துச் சரிவு பின் நகர்வதால், அவைகளின் வெட்டப் பட்ட உச்சிப் பகுதி நீக்கப்படுகிறது. இந்நிலையிலும், தொடர் குன்றுகளின் உச்சிகளின் மட்டம் சமமாக இருப்பதால், இக் குன்றுகள் ஒரு சமநிலத்தின் அரிப்பால் தோன்றியவை என்று அறியலாம். இரண்டாவது சக்கரச் சுழற்சியில், வடிகாலமைப்புக்கும் நில அமைப்புக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு நன்கு தெரிகிறது. முதற்சக்கரச் சுழற்சியில் மிஞ்சியிருக்கும் விளை வருவிகளின் பகுதிகள் ஆற்றுக்கவர்வால் நீக்கப்படு கின்றன. முந்திய சக்கரச் சுழற்சியில் ஏற்பட்ட ஆற்றுக் கவர்வுகளையும், வடிகாலமைப்பின் தோற்றத்திலிருந்து கண்டறியலாம்.

குமிழ் அமைப்பு (Dome structure)

குமிழ் அமைப்புள்ள பிரதேசத்தில் பாறைப்படைகள், குமிழின் மையத்திலிருந்து எல்லாப் பக்கங்களிலும் சாயவுள்ளவைகளாக இருக்கின்றன. படிவுப் பாறைகள் நில அசைவால் வளைக்கப்படுவதால் குமிழ் அமைப்பு ஏற்படும். அக்குமிழ்கள் பரந்தவையாகவும், அதிக உயரமில்லாதவையாயும் இருக்கும். படைகள் ஏறக்குறையக் கிடையாகவோ, குறைந்த சாய்மானம் உடையவையாகவோ இருக்கலாம். பாறைக்குழம்பு உட்புகுவதால் மேலேயுள்ள படிவுப் பாறைகள் உயர்த்தப்பட்டுக் குமிழ் அமைப்பு ஏற்படலாம். குமிழ்

களின் உயரமும் பரப்பும், பாறைக்குழம்பின் பரிமாணத்தை ஒத்து இருக்கும். லெகொலித் (Laccolith) ஏற்படுவதால் சிறிய அளவுள்ள குமிழ்களும், பேதொலித் (Batholith) தோன்றுவதால் பெரிய குமிழ்களும் உண்டாகின்றன. பரப்பின் கீழ் உப்புநீர் தேங்கிப் படிகமாக மாறினுல் உப்புக் குமிழ்கள் (Salt domes) ஏற்படுகின்றன. இவை நூறு அடிக்குக் குறைந்த உயரமுடையவையாயும், குறைந்த பரப்புடையவையாயும் இருக்கின்றன. இக்குமிழ்களில் பெட்ரோலியம் இருப்பதால், இவை முக்கியமானவையாகும்.

குமிழ்கள் ஆறுகளால் அரிக்கப்படுவதால் தோன்றும் நிலத் தோற்றங்கள், அப்பிரதேசத்தின் அமைப்புக்குத் தக்கவாறு அமைகின்றன. பெரிய அளவுள்ள அரிக்கப்படாத குமிழ்கள் அரிதானவை. ஏனெனில் குமிழின் உயர்தல் மெள்ள நிகழ்கிறது அது உயர்த்தப்படும்போது அரிப்பும் சேர்ந்து நிகழ்கிறது. ஆகையால், குமிழ் அமைப்புள்ள பிரதேசங்களில் ஏற்படும் சக்கரச் சுழற்சியின் முதல் நிலைகளைப் பற்றிய அறிவு ஆதாரமற்றது. அண்மையில் ஏற்பட்ட பேதொலித் குமிழ்களும் உப்புக் குமிழ்களும் அரிக்கப்படாமல் இருக்கலாம். குமிழின் முதற்பரப்பு, விளைவருவிகளாலான ஆரவடிகாலமைப்பு ஏற்பட உதவுகிறது. இவ்விளைவருவிகளின் தலைத் திசை அரிப்பால், குமிழின் உச்சி அரிக்கப்படுகிறது. இதனுல் குமிழின் மையத்திலுள்ள அரிபடும் பாறைப்படை பரப்பின்மேல் தோன்றுகிறது. இப்பாறைப் பிரதேசங்களில் பின்னமைந்த அருவிகள் ஏற்படுகின்றன. குமிழின் உச்சி மேலும் மேலும் அரிக்கப்பட்டால், தீப்பாறைகளாலான மையப் பகுதியும், அதைச் சுற்றி ஒரே மையமுள்ள வட்ட வடிவமான படிவுப் பாறைப் பிரதேசங்களையும் காணலாம். அரிபடும் பாறைப் பிரதேசங்களில் பின்னமைந்த அருவிகளால் அரிக்கப்பட்ட பள்ளத்தாக்குகளையும், அரிபடாப் பாறைப் பிரதேசங்களில் தொடர் குன்றுகளையும் காணலாம். இக்குன்றுத் தொடர்களும் பள்ளத்தாக்குகளும் ஓர் மையவட்ட வடிவமாக அடுத்து அடுத்து இருக்கலாம். இப்பிரதேசத்தில், கங்கண வடிவ வடிகால், கொடிப்பின்னல் வடிகால் ஆகிய இவ்விரண்டு வடிகாலமைப்புகளின் பண்புகளையும் காணலாம். குமிழின் மையப் பகுதியில் அரிபடும் பாறையிருந்தால், அங்கு ஒரு பள்ளம் தோன்றும். குமிழின் மையப் பகுதியில் அரிபடாப் பாறையிருந்தால், அங்கு மலைகளையும் குன்றுகளையும் காணலாம். குமிழ் அமைப்புள்ள பிரதேசத்தில் சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையில் நிலத் தோற்ற வேற்றுமை,

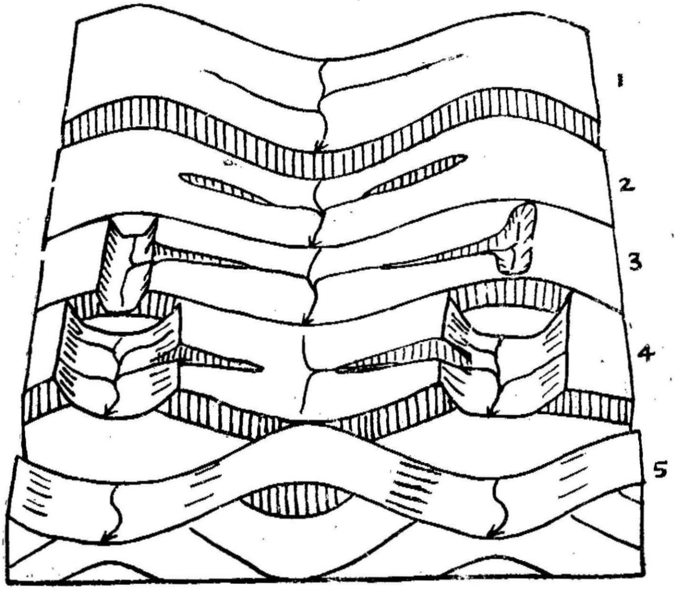
அதிகமாய் இருக்கும். இறுதியில் தொடர் குன்றுகள், சிதைவாலும், சிதைந்த பொருள்களின் அசைவாலும் தாழ்த்தப் பட்டு, அரிப்பாலான சமநிலம் ஏற்படும். குமிழ் அமைப்புள்ள பிரதேசத்திலும், ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள பிரதேசத்திலும், சக்கரச் சுழற்சியின் வளர்ச்சி ஒரே விதமாக நிகழ்கிறது. ஆனால், முதிர்ச்சி நிலையில் தோன்றும் தொடர் குன்றுகளும் பள்ளத்தாக்குகளும் வெவ்வேறு விதமாக அமைந்திருக் கின்றன.

மடிப்பு அமைப்பு (Folded Structure)

படிவுப் பாறைகளின் மடிப்புகள் பல வகைப்படும். சில விடங்களில் இவை பிளவுபட்டு இருக்கலாம். உலகத்தின் பல உயர்ந்த மலைத்தொடர்கள் மடிப்புகளும் பிளவுகளும் கொண்ட படிவுப் பாறைகளாலானவை. படிவுப்பாறை அடுக்குகளின் மடிப்புப் பெறுவதும் அவை மலைகளாக உயர்த்தப்படுவதும் மெதுவாக இயங்குவதால், அப்பிரதேசத்தின் அரிப்பும் தொடர்ந்து நிகழ்கிறது. ஆகையால், மடிப்புகளாலான அமைப்புள்ள பிரதேசத்தில் சக்கரச் சுழற்சியின் முதல் நிலை களைக் குறிக்கும் நிலத் தோற்றங்களைக் காண முடியாது. மலை களில் உயர்தல் முடிவதற்கு முன்பே, அப்பிரதேசம் முதிர்ச்சி நிலையை அடைந்துவிடும். சில மடிப்பு அமைப்புள்ள பிரதேசங் களில் அடுத்தடுத்த பல சக்கரச் சுழற்சிகளால் ஏற்பட்ட நிலத் தோற்றங்களைக் காணலாம்.

சக்கரச் சுழற்சியின் முதல் நிலைகளை எப்பிரதேசத்திலும் காண முடியாது. ஆகையால், அவைகளைப் பற்றி ஊகித்து அறியலாம். சாதாரண மடிப்புப்பெற்ற பிரதேசத்தின் முதற் பரப்பு, மேல் வளைவுகளும் (Anticline), கீழ் வளைவுகளும் (Syncline) கொண்டதாய் இருக்கும். கீழ்வளைவுகளில் பிரதான விளைவருவிகள் (longitudinal consequent streams) தோன்று கின்றன. இவ்வருவிகள் ஓடும் திசை மடிப்புகளின் சாய்வை ஒத்திருக்கும். கீழ் வளைவுகளின் பக்கங்களிலிருந்து துணையருவிகள் தோன்றி விளைவருவியோடு சேர்கின்றன. இத்துணையருவிகளைப் பக்கவாட்டு விளைவருவிகள் (Lateral consequent streams) எனலாம். பக்கவாட்டு விளைவருவிகள், பிரதான விளைவருவிகளைக் காட்டிலும் அதிகச் சாய்வுடை யவை. இதனால் பக்கவாட்டு விளைவருவிகள் தலைத்திசை அரிப்பால் வேகமாக வளர்கின்றன; ஆழமான குறுகிய பள் ளத்தாக்குகள் ஏற்படுகின்றன. இப்பள்ளத்தாக்குகளில், கீழேயுள்ள அரிபடும் பாறை காணப்படலாம். பக்கவாட்டு

விளைவருவிகளின் தலைத்திசை அரிப்பால் மேல்வளைவுகளின் உச்சிப்பகுதி அரிக்கப்படுகிறது. இப்பகுதியில் காணப்படும் அரிபடும் பாறைப் பிரதேசத்தில் பின்னமைந்த அருவிகள் தோன்றுகின்றன. மேல் வளைவுகளின் உச்சிப்பகுதியில்



படம்—40. மடிப்பாலான அமைப்புடைய பிரதேசத்தில் வடிகாலமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்.

1. முதல் நிலப்பரப்பும் விளைவருவிகளும்.
2. பக்கவாட்டு விளைவருவிகளின் செங்குத்து அரிப்பு
3. மேல் வளைவுகள் அரிக்கப்பட்டு அரிபடும் பாறை தோன்றுகிறது.
4. மேல் வளைவுப் பள்ளத்தாக்குகள் பெரியவையாகி விரிவடைகின்றன. கீழ் வளைவில் உள்ள அருவி கவரப்படுகிறது.
5. முதிர்ச்சி நிலையில் மேல் வளைவுப் பள்ளத்தாக்குகளும் கீழ் வளைவுக் குன்றுத் தொடர்களும் உருவாகின்றன.

உண்டான பள்ளத்தாக்கு விரைவில் விரிவடைகிறது. இதனால் பக்கவாட்டு வளைவருவிகளின் தண்ணீர், பின்னமைந்த அருவிகளுக்குத் திருப்பப்படுகிறது. பின்னமைந்த அருவிகளின் பள்ளத்தாக்குகளிலுள்ள செங்குத்துச் சரிவுகள் பின் நகர்வதால் ஆற்றுக்கவர்வு ஏற்பட்டு வடிகால் பெரியதாகிறது. பிரதான விளைவருகளின் வடிகாலின் பரப்புக் குறைந்துவிடுகிறது. பின்னமைந்த அருவிகளின் பள்ளத் தாக்குகளின் மட்டம் கீழ்வளைவில் பாயும் விளைவருவிகளின்

பள்ளத்தாக்குகளின் மட்டத்தை விடக் குறைவாய் இருந்தால் பின்னமைந்த அருவி விளைவருவியைக் கவர்கிறது. மடிப்பு அமைப்புள்ள பிரதேசங்களில் ஏற்படும் வடிகாலமைப்பில் விளைவருவிகளுக்கும் பின்னமைந்த அருவிகளுக்கும் இடையே ஏற்படும் போட்டியைக் காணலாம். சக்கரச் சுழற்சியின் முதல் நிலையிலேயே முதற்பரப்பின் தோற்றமும், அதில் தோன்றிய விளைவருவிகளும் மாறிவிடுகின்றன. பின்னமைந்த அருவிகள் எளிதில் அரிபடக்கூடிய பாறைப் பிரதேசங்களில் ஓடுவதால், அவை விரைவில் வளர்ச்சியடைந்து, விளைவருவி களின் வடிகாலைக் கைப்பற்றுகின்றன. கீழ் வளைவுகளில் பாயும் விளைவருவியிலிருந்து, மேல் வளைவில் ஏற்பட்ட பின்ன மைந்த அருவிப் பள்ளத்தாக்குக்கு வடிகால் திருப்பப்படுகிறது. இத்திருப்பம், பல ஆற்றுக்கவர்வுகளால் உண்டாகிறது. அப் பிரதேசத்தின் வடிகாலமைப்பு, கொடிப்பின்னல் வடிகால் எனப்படும். இதில் அரிபடும் பாறைப் பிரதேசத்தில் பாயும் நீண்ட பின்னமைந்த அருவிகளையும், சிறிய துணை அருவிகளை யும் காணலாம். நிலத் தோற்றத்தில் மேல்வளைவுகள் பள்ளத் தாக்குகளாகவும், கீழ்வளைவுகள் குன்றுத்தொடர்களாகவும் தோன்றுகின்றன. இது சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையைக் குறிக்கின்றது. முதல் நிலப்பரப்பில் மேல்வுளைவு கள் குன்றுத் தொடர்களாகவும், கீழ்வளைவுகள் பள்ளத்தாக்கு களாகவும் இருப்பதால், சக்கரச்சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையில் நிலத்தோற்றம் தலைகீழாய் (Inversion of relief) மாறு கிறது. அதாவது, பள்ளத்தாக்குகளான கீழ் வளைவுகள் குன்றுகளாகவும், குன்றுத் தொடர்களான மேல் வளைவுகள் பள்ளத்தாக்குகளாகவும் மாறுகின்றன.

ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரிலுள்ள ஜுரா மலையில் மேல் வளைவுகளாலான குன்றுகளையும், கீழ் வளைவுகளாலான பள்ளத்தாக்குகளையும் காணலாம். ஆனால், இது முதல் நிலப்பரப்பின் பகுதியைக் குறிப்பதில்லை. அம்மாதிரியான நிலத்தோற்றங்கள் ஒரு சக்கரச் சுழற்சியின் போதும், அல்லது பல சக்கரச் சுழற்சியின் காரணமாகவும் ஏற் படலாம். மேல்வளைவுப் பள்ளத்தாக்கு அரிக்கப்படும்போது, அரிபடும் பாறை முற்றிலும் நீக்கப்பட்ட பின்னர் அரிபடாப் பாறை, பள்ளத்தாக்குப் படுகையில் வெளிப்படலாம். சில விடங்களில் பின்னமைந்த அருவி இப்பாறையை அரித்தாலும், மற்றும் சில விடங்களில், இவ்வருவி பாறைப்படையின் சாய் மானத் திசையில் பின் நகர்ந்து, அரிபடும் பாறை வழியாகப் பாய்கிறது. ஆகையால், மேல்வளைவு குன்றுத்தொடராகவும்,

கீழ்வளைவு பள்ளத்தாக்காகவும் மாறுகிறது. இம்மாதிரி, புதிதாகத் தோன்றும் மேல் வளைவுக் குன்றுத் தொடரின் பக்கங்களில் பாயும் துணையருவிகளைப் பிந்திய விளைவருவிகள் எனலாம். இவை பக்கவாட்டு விளைவருவிகளைப்போல் இருப்பதாலும், சக்கரச் சுழற்சியின் பிந்திய நிலைகளில் ஏற்படுவதாலும் இவைகளுக்குப் பிந்திய விளைவருவிகள் என்ற பெயர் ஏற்றதாகும். பிந்திய நிலைகளில் ஏற்படும் மேல் வளைவுக் குன்றுகளும் கீழ்வளைவுப் பள்ளத்தாக்குகளும் சாதாரணமாகப் பல சக்கரச் சுழற்சிகளின் விளைவைக் குறிக்கின்றன.

குன்றுத் தொடர்களுக்கும் பள்ளத்தாக்குகளுக்கும் இடையேயுள்ள நிலத்தோற்ற வேறுபாடுகளை, சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலைக்குப்பின் காணமுடியாது. இந்நிலைகளில் ஆற்றுப்பாதை ஒரு சீராக்கப்பட்டு, பள்ளத்தாக்குகள் ஆழமாக்கப்படுவதில்லை. பள்ளத்தாக்குகள் வண்டற்படிவுகளால் நிரப்பப்படுகின்றன. குன்றுத் தொடர்கள் சிதைவாலும், சிதைந்த பொருள்களின் அசைவாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இறுதி நிலையில்' மடிப்பாலான படைகளைக் கொண்ட அரிப்பாலான சமநிலம் ஏற்படுகிறது. இச்சமநிலம் சில விடங்களில் வண்டற்படிவுகளால் நிரப்பப்பட்டதாய் இருக்கும்.

அரிப்பாலான சமநிலம் உயர்த்தப்படுவதால் இரண்டாவது சக்கரச் சுழற்சி ஆரம்பமாகும். முதற்சக்கரச் சுழற்சியில் தோன்றிய அருவிகள் புத்துயிர்ப்புப் பெற்று, அரிப்பாலான சமநிலத்தை மீண்டும் அரிக்கத் தொடங்குகின்றன. முக்கியமான ஆறுகளின் போக்கு அரிபடும் பாறைப் பிரதேசங்களை ஒத்து இருக்கும். அரிப்பாலான சமநிலத்தில் அரிப்பின் வேறுபாடுகளால், குன்றுத் தொடர்களும் பள்ளத்தாக்குகளும் அடுத்தடுத்துத் தோன்றுகின்றன. குன்றுத் தொடர்களின் உச்சிமட்டம் ஒன்றாக இருப்பது சமநிலத்தின் முந்திய பரப்பைக் குறிக்கும். குன்றுத் தொடர்களின் தோற்றமும், அவைகளின் ஒழுங்கும், மடிப்புகளின் போக்கையும், அவைகளின் பக்கங்களிலுள்ள படைகளின் சாய்மானத்தையும் பொருத்து இருக்கும்.

குன்றுத்தொடர்களும், பள்ளத்தாக்குகளும், மேல் வளைவுகளாகவோ, கீழ் வளைவுகளாகவோ ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ளவையாகவோ இருக்கலாம். மேல்வளைவுக் குன்றுகளும் கீழ்வளைவுப் பள்ளத்தாக்குகளும் அண்மையில் உயர்த்தப்பட்ட முதற்பரப்பைக் குறிக்கலாம், அல்லது சக்கரச் சுழற்சியின் பிந்திய நிலையில் மேலேயுள்ள அரிபடும் பாறைப் படைகளின் அரிப்

பால் ஏற்படலாம். மேல் வளைவுப் பள்ளத்தாக்குகளும், கீழ் வளைவுக் குன்றுத்தொடர்களும் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. இவை அரிப்பின் வேறுபாடுகளால் தோன்றுகின்றன. ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள குன்றுத் தொடர்களும் பள்ளத்தாக்குகளும், பாறைப்படைகளின் அரிபடுந் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு தோன்றுகின்றன. இவை மேல்வளைவுகள் மற்றும் கீழ்வளைவுகளின் பக்கங்களில் காணப்படுகின்றன. இவை மேல் வளைவுகளின் உச்சிப் பகுதியின் அரிப்பால் உண்டாகின்றன. இக் குன்றுத் தொடர்களும் பள்ளத்தாக்குகளும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்கின்றன. ஆனால், மடிப்புகளின் முகடு சாய்ந்து இருந்தால், குன்றுத்தொடர்களும், பள்ளத்தாக்குகளும் வளைந்து வளைந்து இருக்கின்றன. குன்றுத்தொடர்கள் சில விடங்களில் நெருங்கியும், மற்றவிடங்களில் விரிந்தும் காணப்படலாம். அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளிலுள்ள அப்பலேச்சியன் (Appalachian) பிரதேசத்தில் மடிப்பு அமைப்புள்ள இடத்தில் இத்தகைய நிலத்தோற்றங்களைக் காணலாம்.

பிளவுபட்ட அமைப்பு (Faulted structure)

பிளவுகளின் வழியாகப் பாறைகளின் படைகள் இடம் பெயர்கின்றன. பிளவுகளால் புவிப்பரப்பின் சில பகுதிகள் உயர்ந்தோ, தாழ்ந்தோ, ஒருபுறம் சாய்ந்தோ அல்லது கிடையாக இடம் பெயர்ந்தோ பாதிக்கப் படலாம். இதனால் பல பிரத்தியேகமான நிலத்தோற்றங்கள் உண்டாகின்றன. ஆறுகளின் அரிப்பின் போக்கையும் பிளவுகள் பாதிக்கின்றன. ஏனெனில், பிளவின் இருபக்கங்களிலும் வெவ்வேறு பாறைகள் தோன்றுவதால், அவைகளின் அரிபடுந்தன்மையும் மாறுபடுகிறது. பிளவுக் கோடுகள் பலவீனமான இடங்கள் ஆகும். இவ்விடங்களில் பின்னமைந்த அருவிகள் ஏற்பட்டு எளிதில் விரிவடைகின்றன.

அண்மையில் ஏற்பட்ட பிளவுக்குச் சான்ருக, புவிப் பரப்பில் ஒரு செங்குத்துச் சரிவைக் காணலாம். இது பிளவால் ஏற்பட்ட இடப் பெயர்ச்சியைக் குறிக்கும். செங்குத்துச் சரிவின் முதற் சாய்வு, பிளவின் தகர்ச்சித்தள கோணத்தைப் (Hade) பொருத்து இருக்கும். செங்குத்துச் சரிவின் முகப்பில் அரிபடாப்பாறை தோன்றினல், அச்சரிவு நீண்ட காலம் அரிபடாமல் இருக்கும். பிளவுச் சரிவுகள் (Fault scarp) நிலப்பரப்பில் தோன்றுவதைச் சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் சந்தேகிக்கிருர்கள். பிளவுகள் ஏற்படுவது மெதுவாக நிகழ்வதால் நிலம் உயர்த்தப்படும்போதே, செங்குத்துச்

சரிவும் அரிக்கப்பட்டுவிடும் என்று இவர்கள் கருதுகிறார்கள். இதற்கு மாறாகப் புவியோட்டின் உறுதியில்லாத இடங்களில் பிளவுச் சரிவுகளைக் காணலாம். ஜப்பான், நியூஜிலந்து, அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டு மேற்குப் பகுதி முதலிய இடங்களில் இம்மாதிரி நிலத்தோற்றங்கள் இருக்கின்றன.

அரிசோனாவிலுள்ள (Arizona) மலைத்தொடர் ஒன்றில், அண்மையில் ஏற்பட்ட பிளவைக் குறிக்கும் செங்குத்துச் சரிவை லௌடர்பேக் (Louderback) என்றவர் கண்டறிந்தார். இவ்விடத்தில் பரப்பின் மேல் இருந்த லாவா அடுக்கு, பிளவால் துண்டிக்கப்பட்டுப் பிளவின் ஒரு பக்கத்தில் உயர்த்தப்பட்டு இருக்கிறது. உயர்ந்த பகுதிக்கும் தாழ்ந்த பகுதிக்கும் இடையே செங்குத்துச் சரிவு இருக்கிறது. இம்மாதிரி பிளவுகளால் இடம் பெயர்ந்து இருக்கும் பாறைப்படைகளை லௌடர்பேக்குகள் (Louder backs) எனலாம். நியூஜிலந்து மற்றும் காலிபோர்னியாவின் பல பகுதிகளில் சமீப காலத்தில் பிளவுகளால் உண்டான செங்குத்துச் சரிவுகளைக் காணலாம். இதிலிருந்து, பிளவுகளின் வழியாக ஏற்படும் நிலத்தின் இடப்பெயர்ச்சி, சில விடங்களில் மிக விரைவாக நடைபெறுவதால் உயர்ந்த செங்குத்துச் சரிவுகள் ஏற்படலாம் என்று தெரிகிறது. பிளவுக் கோடுகள் ஒன்றோடொன்று இணையாகவோ, அல்லது ஒரு திசையில் நெருங்கியவையாகவோ இருக்கலாம். வெவ்வேறு திசையிலோடும் பிளவுக் கோடுகள் ஒன்றோடொன்று குறுக்கே வெட்டிக்கொள்ளலாம். இவ்விடங்களில் நிலப்பரப்பு நான்கு பக்கங்களுள்ள பிண்டங்களாகப் (Blocks) பிரிக்கப்படுகிறது. இப்பிண்டங்களுள் சில உயர்ந்தும், சில தாழ்ந்தும், மற்றுஞ்சில ஒரு பக்கத்தில் சாய்ந்தும் காணப்படலாம். சாய்ந்த பிண்டங்களில் பிளவுத்தளத்தைக் குறிக்கும் பக்கம் செங்குத்தாகவும் அதற்கு எதிர்ப்பக்கம் மென் சாய்வுள்ளதாகவும் இருக்கும். அடுத்தடுத்துள்ள சாய்ந்த பிண்டங்களுக்கு இடையே தாழ்நிலம் அமைந்திருக்கும். இத்தாழ்நிலம் ஒரு பக்கத்தில் மென் சாய்வு கொண்டதாகவும் மற்றொரு பக்கத்தில் செங்குத்துச் சாய்வு கொண்டதாயுமிருக்கும். பிளவுபட்ட பிண்டங்களைக் கொண்ட பிரதேசங்களை அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் மேற்குப் பாகத்திலும், ஆண்டீஸ் மலைத்தொடரின் மேற்குப் பாகத்திலும், கிழக்கு ஆஸ்திரேலியாவிலும், நியூஜிலந்தின் தெற்குத் தீவிலும் காணலாம்.

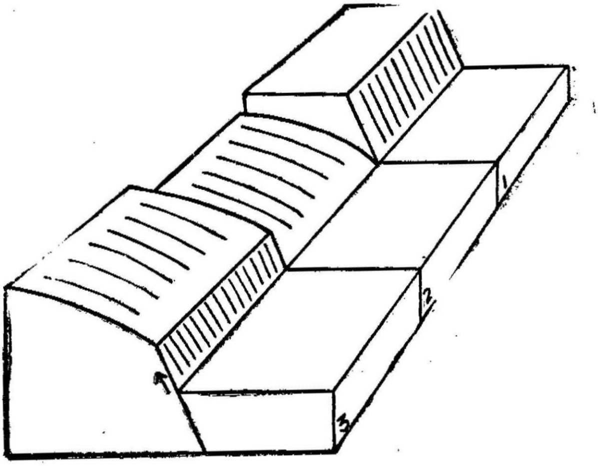
பிளவுபட்ட பிண்டங்களாலான பிரதேசத்தின் முதற் பரப்பு, சிலவிடத்து உயர்ந்தும், மற்றுஞ் சில விடத்துத்

தாழ்ந்தும் இருக்கும். உயர்ந்த பிண்டங்களுக்கு இடையே யுள்ள தாழ்நிலங்களின் வழியாக விளைவருவிகள் வளைந்து வளைந்து ஓடும். சில தாழ்நிலங்களில் ஏரிகளும் இருக்கும். ஏரிகள் நாளடைவில் வண்டலால் நிரப்பப்படுகின்றன. சுற்றிலுமுள்ள செங்குத்துச் சரிவுகளின் அரிப்பால் உண்டான பாறைத் துகள்களால் தாழ்நிலங்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. விளைவருவிகளைத்தவிர, முந்திய அருவிகளையும் காணலாம். இவ்வருவிகள் நிலம் பிளவுபடுவதற்கு முன்பு இருந்த பாதையிலேயே நிலம் பிளவுபட்ட பின்பும் ஓடுகின்றன. பிண்டங்கள் உயர்த்தப்பட்ட இடங்களில் அவை நிலத்தை அரித்து ஆழமான பள்ளத்தாக்குகளின் வழியாகப் பாய்கின்றன. பிளவுகளால் நீண்டகாலமாகப் பாதிக்கப்பட்ட பிரதேசங்களில், முதலில் தோன்றிய சில விளைவருவிகள் பின்பு ஏற்பட்ட நில உயர்வால் பாதிக்கப்படாமல் அதே பாதையில் ஓடுகின்றன. இவைகளை முந்திய விளைவருவிகள் எனலாம். முந்திய அருவிகளும் முந்திய விளைவருவிகளும் செங்குத்துச் சரிவுகளின் குறுக்கே ஆழமான பள்ளத்தாக்குகளின் வழியே பாய்கின்றன. நில அமைப்புக்குத் தக்கவாறு பின்னமைந்த அருவிகளையும், இணங்கா அருவிகளையும், விளைவருவிகள் துணையாறுகளாகப் பெறுகின்றன.

பிண்டங்களின் செங்குத்துச் சரிவுகளின் சாய்வு அதிகமாய் இருப்பதால், அவை விரைவில் அரிக்கப்படுகின்றன. இதனால் செங்குத்துச் சரிவின் சாய்வு குறைக்கப்படலாம். செங்குத்துச் சரிவின் வழியாக நிலம் சரிதல் சாதாரணமாக நிகழ்வதால், சரிந்த பாறைப் பொருள்கள் சரிவின் கீழ்ப் பாகத்தில் குவிக்கப்படுகின்றன. சரிவின் மேற்பாகத்தில் நிலம் சரிதலால் ஏற்பட்ட வடுக்களைக் காணலாம். செங்குத்துச்சரிவு சிறிய ஓடைகளாலும் அருவிகளாலும் அரிக்கப்படுகிறது. ஓடைகளும், அருவிகளும் தலைத்திசை அரிப்பால் விரிவடைந்து பள்ளத்தாக்குகளை உண்டாக்குகின்றன. பிளவுபட்ட பிண்டங்களின் மேற்பரப்பு, செங்குத்துச் சரிவின் பக்கம் சாய்ந்து இருந்தால், ஓடைகளின் தலைத்திசை அரிப்பு மிக விரைவில் நடைபெறுகிறது. ஓடைகளுக்கு இடையிலுள்ள செங்குத்துச் சரிவின் அரிக்கப்படாத பகுதி சாய்வுச் சதுரத்தைப் (Rhombus) போன்று இருக்கும். ஓடைகளின் அரிப்பு அதிகமானால், சாய்வுச் சதுரவடிவமுள்ள அரிக்கப்படாத பகுதி முக்கோண வடிவமாக மாறுகிறது. இம்முக்கோண வடிவமுள்ள சரிவின் பகுதிகள் பள்ளத்தாக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள சுவடுகளின் ஓரத்தைக் குறிக்கின்றன. செங்குத்துச்

சரிவின் அரிப்பின் இளமை நிலையில், முக்கோண வடிவமுள்ள அரிக்கப்படாத பகுதிகளின் அடிப்பாகம் பிளவுக்கோட்டின் வழியே இருக்கும். பள்ளத்தாக்குகளின் விரிவடைதலும் சுவடுகளின் சிதைவும், முக்கோண வடிவமுள்ள பகுதியை முற்றிலும் அரித்து விடுகின்றன. வறண்ட பிரதேசங்களைக் காட்டிலும், அதிக மழையுள்ள பிரதேசங்களில் சுவடுகளின் ஓரம் எளிதில் அரிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. சுவடுகளின் ஓரங்கள் தேய்ந்து பிளவுக் கோட்டிலிருந்து பின் நகர்கின்றன. பிளவால் தோன்றிய செங்குத்துச் சரிவு முழுதும் மறைந்து விடுகிறது. செங்குத்துச் சரிவின் அடிப்பாகத்தில் ஓடும் ஆறுகளின் பக்கவாட்டு அரிப்பாலும், செங்குத்துச் சரிவின் பகுதிகள் பின் நகரலாம். கடற்கரையில் இருக்கும் பிளவுச் சரிவு, அலைகளின் அரிப்பால் பாதிக்கப்படுகிறது.

பிளவுச்சரிவு அரிக்கப்படும்போது, பிளவுக்கோட்டின் வழியாக நில உயர்தல் ஏற்பட்டால், பிளவுச்சரிவு புத்



படம்—41

1. பிளவால் தோன்றிய பிளவுச் சரிவு. 2. பிளவுச் சரிவு அரிக்கப்பட்டு மென்சாய்வாக மாறுகிறது. 3. மீண்டும் புவி அசைவு ஏற்பட்டுப் பிளவுக்கோட்டின் வழியாகப் புதிய பிளவுச் சரிவு தோன்றுகிறது.

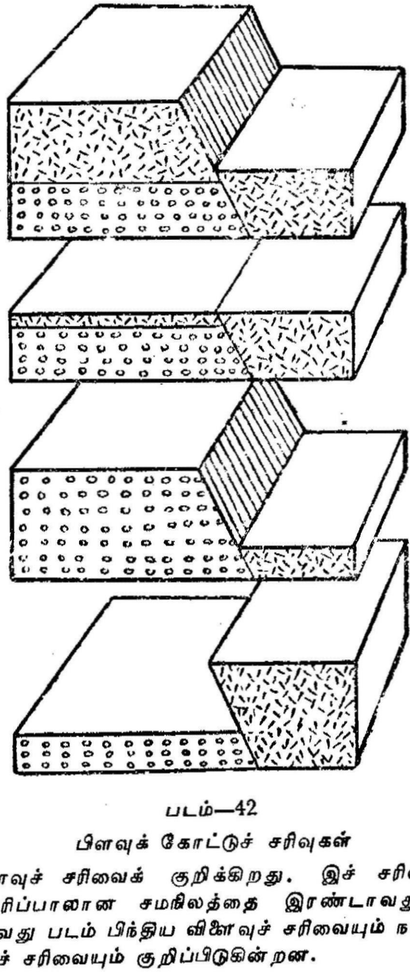
இந்நிலை ஒருகூட்டுச் சரிவுக்குச் சான்றாகும். சரிவின் மேற்பகுதி அரிப்பாலும் கீழ்ப்பகுதி பிளவாலும் தோன்றியனவாகும்.

துயிர்ப்புப் பெறுகிறது. சரிவின் அரிக்கப்பட்ட மேற்பகுதியை விட, புதிதாக உயர்த்தப்பட்ட கீழ்ப்பகுதியின் சாய்வு அதிக

மாய் இருக்கும். சரிவின் மேற்பகுதியை அரிக்கும் அருவிகள் கீழேயுள்ள செங்குத்துச் சரிவில் குறுகிய பள்ளத்தாக்குகளை அமைக்கின்றன. அம்மாதிரியான பள்ளத்தாக்குகளின் மேற்பகுதியும், கீழ்ப்பகுதியும் அகன்றும், நடுவிலுள்ள புதிதாகத் தோன்றிய சரிவின் வழியே குறுகியும் இருக்கும். அப்பள்ளத்தாக்குகள் மணற்கடிகை போல் இருப்பதால் அவைகளை மணற்கடிகைப் (Hour-glass) பள்ளத்தாக்குகள் எனலாம்.

பிளவுபட்ட பிண்டங்களாலான பிரதேசத்தின் அரிப்பு ஈரப்பிரதேசங்களில் விரைவில் நடைபெறுகிறது. இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் இறுதியில் அரிப்பாலான சமநிலம் ஏற்படுகிறது. பிளவுகளின் போக்கு இரண்டாவது சக்கரச் சுழற்சியில் ஏற்படும் அரிப்பையும் பாதிக்கிறது. பிளவுக் கோட்டின் இருபக்கங்களிலும் பாறைப்படைகள் இடம் பெயர்ந்து இருப்பதால், அரிபடும் பாறைகளும் அரிபடாப்பாறைகளும் அடுத்தடுத்து நிலப்பரப்பில் தோன்றலாம். ஆறுகளின் அரிப்பின் வேறுபாடுகளால், பிளவுக் கோட்டின் ஒரு பக்கத்திலுள்ள அரிபடும் பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு, பிளவுக்கோட்டின் வழியே அரிபடாப்பாறையின் ஓரம் செங்குத்துச் சரிவாகத் தோன்றும். இதைப் பிளவுக் கோட்டுச் சரிவு (Fault Line scarp) எனலாம். இவை சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையில் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. ஏனெனில், இந்நிலையில்தான் அரிப்பின் வேறுபாடு அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. சக்கரச்சுழற்சியின் முதல் நிலைகளில் அரிப்பின் வேறுபாடு குறைந்து இருக்கும். மூப்பு நிலையில் நிலப்பரப்பிலுள்ள வேறுபாடுகள் நீக்கப்பட்டு விடுகின்றன. பிளவுச் சரிவுகள் அண்மையில் புவி அசைவு ஏற்பட்ட பிரதேசங்களில் மட்டும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் பிளவுக்கோட்டுச் சரிவுகளை உலகின் பல பகுதிகளிலும் காணலாம். பிளவுக்கோட்டுச் சரிவுகள் இருவகைப்படும். (1) பிந்திய விளைவுச்சரிவு (Resequent scarp). (2) முரண் விளைவுச் சரிவு (Obsequent scarp). பிந்திய விளைவுச் சரிவு, பிளவால் ஏற்பட்ட முதற்சரிவைப் போன்று இருக்கும். பிளவால் உயர்த்தப்பட்ட பகுதியில் அரிபடாப் பாறைகள் இருப்பின் இவ்வகைச் சரிவுகள் ஏற்படுகின்றன. முரண் விளைவுச் சரிவு பிளவால் ஏற்பட்ட முதற்சரிவுக்கு எதிர்ப்பக்கத்தில் இருக்கும். பிளவால் தாழ்த்தப்பட்ட பகுதியில் அரிபடாப் பாறைகள் இருப்பின் இவ்வகைச் சரிவுகள் தோன்றுகின்றன. முரண்விளைவுச் சரிவுகளைவிடப் பிந்திய விளைவுச் சரிவுகளைச்

சாதாரணமாகக் காணலாம். பிளவுக் கோட்டுச் சரிவுகளின் தோற்றம் பாறைகளின் அரிபடுந்தன்மையையும் அமைப்பையும் பொருத்து இருக்கும்.



படம்—42

பிளவுக் கோட்டுச் சரிவுகள்

முதற்படம் பிளவுச் சரிவைக் குறிக்கிறது. இச் சரிவு அரிக்கப்பட்டு உருவாகிய அரிப்பாலான சமநிலத்தை இரண்டாவது படம் காட்டுகிறது. மூன்ருவது படம் பிந்திய விளைவுச் சரிவையும் நான்காவது படம் முரண் விளைவுச் சரிவையும் குறிப்பிடுகின்றன.

சில செங்குத்துச் சரிவுகளின் ஒரு பகுதி அண்மையில் ஏற்பட்ட பிளவாலும், மற்ருெரு பகுதி அரிப்பின் வேறுபாடுகளாலும் தோன்றியிருக்கலாம். இவைகளைக் கூட்டுச் சரிவுகள் (Compound scarps) எனலாம். இவைகள் இரண்டு வகைகளில் ஏற்படக்கூடும். பிளவுச் சரிவு ஏற்பட்ட பிறகு பிளவால் தாழ்த்தப்பட்ட பகுதியிலுள்ள அரிபடும் பாறைகள்

அரிக்கப்பட்டு விட்டால், சரிவு கீழ்த்திசையில் நீள்கிறது. இக் கூட்டுச் சரிவின் மேற்பகுதி பிளவுச் சரிவாகவும், கீழ்ப் பகுதி பிளவுக்கோட்டுச் சரிவாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. சில கூட்டுச் சரிவுகளின் மேற்பகுதி பிளவுக்கோட்டுச் சரிவாகவும், கீழ்ப்பகுதி பிளவுச் சரிவாகவும் இருக்கலாம். பழைய பிள வுக் கோட்டின் வழியாக மீண்டும் புவி அசைவு ஏற்பட்டால் இம்மாதிரியான கூட்டுச்சரிவு ஏற்படும்.

சில பிளவுச் சரிவுகள், சரிவின் அடிப்பாகத்தில் குவியும் வண்டற் படிவுகளால் மூடப்பட்டு விடுகின்றன. வண்டற் குவை வறண்ட பிரதேசத்தில் எளிதில் ஏற்படுகிறது. பிந்திய நிலைகளில் இவ்வண்டற்குவை அரிப்பால் நீக்கப்பட்டு விட் டால், பிளவுச் சரிவு மறுபடியும் பரப்பின்மேல் காணப்படும். இச்சரிவுகளை மீண்டும் உயிர்ப்பிக்கப்பட்ட பிளவுச் சரிவுகள் எனலாம். இவ்வகையில் தோன்றிய பிளவுக் கோட்டுச் சரிவுகளை மீண்டும் உயிர்ப்பிக்கப்பட்ட (Resurrected) பிளவுக் கோட்டுச் சரிவுகள் எனலாம்.

13. நிலநீர்

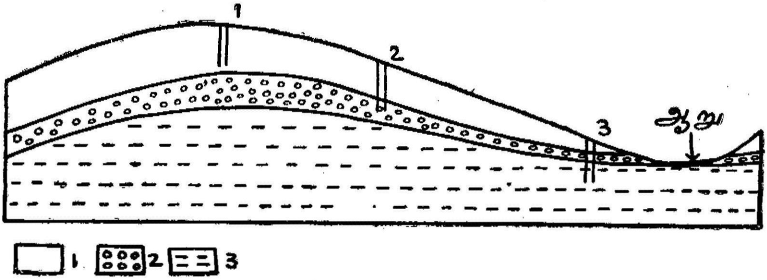
நிலத்தின் கீழ் நீர் இருப்பது மனிதனுக்கு ஆதிகாலம் முதல் தெரிந்ததேயாகும். இந்நீரை ஊற்றுக்களிலிருந்தும் கிணறுகளிலிருந்தும் எடுத்துப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஒரு பிரதேசத்தின் வடிகால் அமைப்பின் ஒரு பகுதியாக நிலநீர் அமைகிறது. நிலத்தின்மேல் தேங்கியிருக்கும் அல்லது வழிந்து ஓடும் நீரின் ஒரு பகுதி, நிலமட்டத்தின் கீழ்ச் சுவற லாம். அதேபோல் நிலநீரும் ஊற்றுக்களின் வழியாக வெளிப் பட்டு நிலத்தின் மேல் வழிந்து ஓடலாம். சில பிரதேசங்களில் நிலநீரின் சேர்க்கையால் வழிவளவு அதிகமாகி ஆற்றின் திறன் அதிகமாகிறது. ஊற்றுகளிலிருந்து பெருமளவு நீரைப் பெறும் ஆறுகளில் ஓடும் நீரின் அளவு அதிகமாக மாறுவதில்லை. நிலநீர், ஆறுகளில் ஓடும் நீரைப் பாதிப்பதோ டல்லாமல், நிலமட்டத்தின் கீழ்ச் சில பிரத்தியேகமான நிலத் தோற்றங்களை உண்டாக்குகிறது. நிலநீரை நம் தேவைக்கு ஏற்றவாறு உபயோகிக்க வேண்டுமானால், நிலநீரைப்பற்றிய அறிவு அவசியமாகும்.

மழைபெய்யும் போதும், பனி அடுக்குகள் கோடையில் உருகும்போதும் நிலத்தின் மேல் வழிந்தோடும் நீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தின் கீழ்ச் சுவறுகிறது. ஏரி, குளங்களில் தேங்கி யிருக்கும் நீரின் பகுதியும் சுவறி நிலநீராக மாறுகிறது. வேறு சில முறைகளிலும் நிலத்தின் கீழ் நீர் தோன்றலாம். வண்டற் படிவுகள் படியும்போது, சிறிதளவு நீர் படிவுகளின் அடுக்கு களில் சிக்கிக் கொள்ளலாம். எரிமலைப் பிரதேசங்களில் நீராவி வெளிப்படுகிறது. இது நிலத்தின் கீழேயுள்ள புரை யிடங்களில் சுருங்கி, நில நீராகத் தோன்றும். சில விடங்களில் கடல் நீர், நிலத்தின் கீழே சுவறி நில நீராகும். இவ்வகைகளில் உண்டாகும் நில நீரின் அளவு மிகக் குறைவு. ஆகையால் நிலத்தின் கீழ் இருக்கும் நீரின் அளவு நிலத்தின் மேலிருந்து சுவறும் நீரின் அளவை ஒத்து இருக்கும்.

நிலத்தின்கீழ் நீர் சுவறுதல், நிலத்தின் மேலுள்ள பாறைகளின் தன்மையால் பாதிக்கப்படுகிறது. பாறைகளிலுள்ள புரையிடங்கள், பிளவுகள், இணைப்புகள் இவைகளின் வழியாக நீர் சுவறுதல் அதிகமாகிறது. மணற்பாறை சாதாரணமாக 25%முதல் 35%வரை புரைத்தன்மை உடையது. அதாவது பாறையின் மொத்த கன அளவில் 25%முதல் 35%புரையிடங்களாலானது. சாக்கின் (Chalk) புரைத்தன்மை 40%முதல் 50%ஆகும். தீப்பாறைகளும், மாற்றுருப்பாறைகளும் 1%க்கும் குறைந்த புரைத்தன்மையுடையவை. புரைத்தன்மையுள்ள பாறைகள் சுவறுதலைப் பெரும்பாலும் அனுமதிக்கின்றன. ஆனல், களிமண் 40%க்கும் மேலான புரைத்தன்மை யுடையதாயினும், நீரைக் கசிய விடுவதில்லை. களிமண்ணிலுள்ள புரையிடங்கள் மிகவும் நுண்ணியவாக இருப்பதால், அவைகளின் வழியாக நீர் கசிவதில்லை. சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களில் நில மட்டத்தின் கீழுள்ள குழிகளின் வழியாக நீர் சுவறுதல் அதிகமாக ஏற்படுகிறது. நிலத்தின்மேல் பாறைக்குழம்பு இறுகுவதால் உண்டான "லாவா" அடுக்குகளில் உள்ள புரையிடங்கள் நீர் சுவறுதலை அதிகரிக்கின்றன. திண்மையற்ற மணல் மற்றும் பரல் படிவுகளிலும் புரைத்தன்மை 50%க்கும் மேலாக இருக்கும். வேறுபட்ட அளவுடைய துகள்களைக்கொண்ட படிவுகளைக்காட்டிலும், ஒரே அளவுடைய துகள்களைக்கொண்ட படிவுகளில் புரைத்தன்மை அதிகமாய் இருக்கும். தீப்பாறைகளில் புரையிடங்கள் இல்லாவிட்டாலும், இணைப்புகளும், பிளவுகளும் நீர் சுவறுதலை அனுமதிக்கின்றன. நிலத்தின் கீழே போகப் போகப் பாறைகளின் கசியவிடுந்தன்மை குறைகிறது. ஏனெனில், அதிக ஆழமுள்ள இடங்களில் மேலேயுள்ள படைகளின் அழுத்தத்தினல் பாறைகளிலுள்ள இணைப்புகளும், பிளவுகளும் மூடப்படுகின்றன. மடிந்த படிவுப் பாறைப் பிரதேசங்களில், கீழ்வளைவுகளைக் காட்டிலும் மேல் வளைவுகளில் இணைப்புகள் அதிகமாயிருக்கின்றன. ஆகையால் அவ்விடங்களில் நீர் சுவறுதலும் அதிகம்.

நீர் சுவறுதலுக்குப் பாறைகளின் தன்மை ஆதரவாயிருந்தாலும், ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்திற்குக்கீழே பாறைகள்நீரைக் கசியவிடுவதில்லை. சாதாரணமாக 1000 மீட்டர் ஆழத்தில் பாறைகள் வறண்டவையாய் இருக்கின்றன. பாறைகளிலுள்ள புரையிடங்களும், பிளவுகளும், அதிக அழுத்தத்தினல் மூடப்படுகின்றன. ஆகையால், நிலத்தின் மேலிருந்து கசியும் நீர் பாறைகளின் மேல் அடுக்குகளிலேயே தேங்கி நிற்கிறது.

இதனால், நிலத்தின் கீழேயுள்ள பாறைகளில் நீர் நிரம்பிய மண்டலம் (Zone of saturation) உண்டாகிறது. இந்த மண்டலத்திலுள்ள எல்லாப் புரையிடங்களிலும் நீர் நிரம்பி யிருக்கும். இந்த நீர் நிரம்பிய மண்டலத்தின் மேல்மட்டத்தை நில நீர் மட்டம் (Water-Table) எனலாம். நில நீர்மட்டம் எப்போதும் நிலையாக அமைந்திருக்காது. மழையளவு, மற்றும் நீர் சுவறுதலின் அளவு, இவைகளிலுள்ள வேறுபாடு களுக்கு இணங்க நில நீர் மட்டத்தின் ஆழம் மாறுகிறது. நில நீர் மட்டம் உயரமாய் இருக்கும் இடத்திலிருந்து, நீர் மட்டம்



படம்—43

1. காற்று நிரம்பிய மண்டலம். 2. மழைக்காலத்தில் மட்டும் நீர் நிரம்பிய மண்டலம். 3. நிலையாக நீர் நிரம்பிய மண்டலம். நில நீர் மட்டத்திற்கும், நிலத்தோற்றத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பையும் இப்படம் காட்டுகிறது.

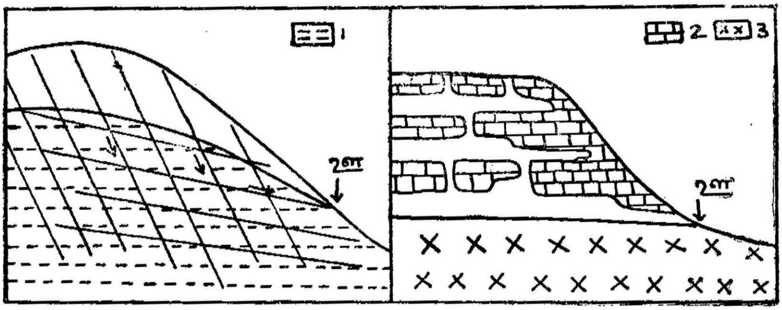
மூன்று கிணறுகளில், முதல் கிணற்றில் நீர் இருக்காது. இரண்டாவது கிணற்றில் மழைக்காலத்தில் மட்டும் நீர் இருக்கும். மூன்றாவதில் ஆண்டு முழுவதும் நீர் இருக்கும்.

கீழேயிருக்கும் இடத்திற்கு நில நீர் பாய்கிறது. நில நீர் மட்டம் மழைக் காலங்களில் உயர்ந்தும் வறண்ட பருவங் களில் தாழ்ந்தும் இருக்கும். ஆகையால், நிலத்தின் கீழே ஆண்டு முழுவதும், நீர் நிரம்பிய மண்டலத்தைத் தவிர அதற்கு மேல் மழைக் காலத்தில் மட்டும் நீர் நிரம்பிய மண்டலம் ஒன்றையும் காணலாம். இந்த மண்டலத்திற்கும், நிலப்பரப்பிற்குமிடையேயுள்ள பாறைகளில் நிலநீர் எப் போதும் நிறைந்து இருப்பதில்லை. பாறைகளிலுள்ள புரை யிடங்கள் காற்றால் நிரம்பியிருப்பதால் இம்மண்டலத்தைக் காற்று நிரம்பிய மண்டலம் (Zone of aeration) என்றும் கூறலாம்.

சில விடங்களில், நிலநீர் மட்டம் நிலப்பரப்பு வரை உயர்ந்தும் இருக்கும். அவ்விடங்களில் சதுப்பு நிலத்தையும் ஏரிகளையும் காணலாம். ஆற்றுப்படுகைகளின் கீழே நில நீர் மட்டம் உயர்ந்து இருக்கும். ஏனெனில், ஆறுகளில் தண்ணீர் பாயும் காலங்களில் நீர் அதிகமாகக் கசிந்து நில நீரின் அளவு அதிகரிக்கிறது. பெரும்பாலான ஆற்றுப்படுகை களின் கீழே ஆறு ஓடும் திசையில் நிலநீரும் பாய்வதாகக் கருதப்படுகிறது. நிலப்பரப்பின் கீழ் இருக்கும் பாறை அடுக்குகளின் கசியவிடுந்தன்மையில் வேறுபாடுகள் இருந் தால், அப்பாறை அடுக்குகளிலுள்ள நில நீரின் அளவும் வேறுபடும். கசியவிடுந்தன்மை குறைவாயுள்ள பாறை அடுக்கு நீர் சுவறுதலைத் தடுப்பதால், அப்பாறை அடுக்குக்கு மேலே உள்ள பாறை அடுக்குகளில் நில நீரின் அளவு அதிக மாய் இருக்கும். ஆகையால், நிலப்பரப்பின் கீழே வெவ்வேறு ஆழங்களில் பல நிலநீர்மட்டங்களைக் காணலாம்.

ஊற்றுகள்

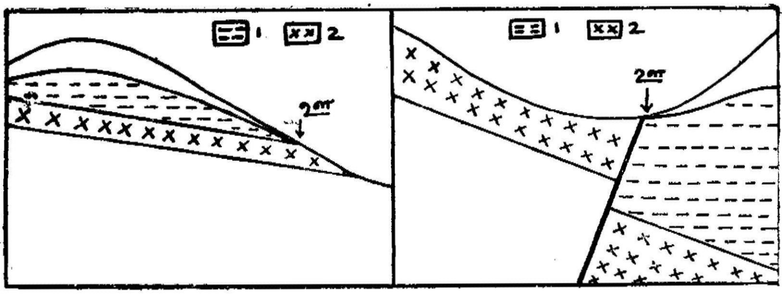
சில விடங்களில் நிலத்தின் கீழ் இருக்கும் நீர், நிலத் திற்கு மேலே வெளிப்படும். இவைகள் ஊற்றுகள் ஆகும். நிலநீர்மட்டம் நிலப்பரப்பில் தோன்றும் இடங்களில் ஊற்று களைக் காணலாம். நிலநீர் மட்டத்தில் போதிய அழுத்தம்



படம்—44 ஊற்றுக்கள். 1. நீர்நிரம்பிய மண்டலம் 2. சுண்ணும்புப் பாறையில் குகைகள் இருப்பதைக் காட்டுகிறது. 3. நீர் புகாப் பாறை அடுக்கு. ஊ - ஊற்றுக்கள்.

இருந்தால்தான், ஊற்றுக்களில் தொடர்ந்து நீர் வழிந்து ஓடும். நிலச்சரிவின் மேல்தோன்றும் பாறைகளின் கசிய விடுந்தன்மையில் வேறுபாடுகள் இருந்தால், கசிய விடுந்

தன்மை குறைவாயுள்ள பாறை அடுக்கின் மேல் நிலநீர் தேங்கிநின்று ஊற்றுக்களின் வழியாக வெளிப்படும். நிலத்தின்மேல் காணப்படும் பிளவுகளின் வழியாகவும் நிலநீர் வெளிப்படலாம். நீரின் கீழ்ச் சுவறுதல் தடுக்கப்படும் இடங்களில் ஊற்றுக்கள் தோன்றுகின்றன. சாக்கு மேட்டு நிலங்



படம்—45 ஊற்றுக்கள்.
1. நீர் நிரம்பிய மண்டலம். 2. நீர்புகாப் பாறை அடுக்கு.
ஊ - ஊற்றுக்கள்.

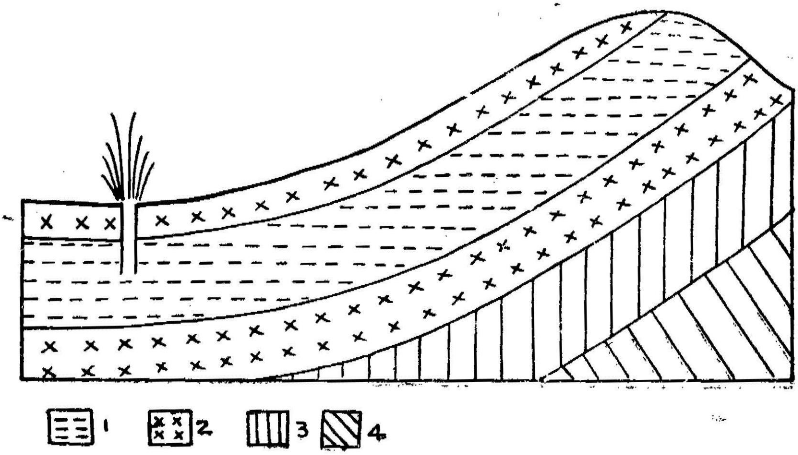
களில், சாக்குப்பாறை அடுக்கின் ஓரங்களில் ஊற்றுக்கள் தோன்றுகின்றன. வண்டற்படிவுகளின் ஓரங்களிலும் ஊற்றுகள் உண்டாகின்றன. ஊற்றுகளில் வெளிப்படும் நீரில் தாதுப்பொருள்கள் கரைந்து இருக்கின்றன. ஆகையால் சில ஊற்றுக்களின் நீர் சில வியாதிகளுக்கு ஏற்ற மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. நிலநீர் மட்டத்தின் வேறுபாடுகளுக்கு இணங்கச் சில ஊற்றுகள் ஆண்டு முழுவதும் வற்றாமலும், மற்றுஞ் சில கோடைகாலத்தில் வற்றியும் இருக்கின்றன. பாலைவனங்களிலுள்ள ஊற்றுகள் மனிதனின் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதவையாகும்.

கிணறுகள்

கிணறுகள் நிலநீர் மட்டம் வரை வெட்டப்பட்ட குழிகள் ஆகும். அதிக ஆழமில்லாத கிணறுகளில் வறண்ட பருவங்களில் தண்ணீர் இராது. ஏனெனில், இப்பருவத்தில் நிலநீர் மட்டம் கிணற்றின் அடிமட்டத்தைவிடத் தாழ்ந்து இருக்கும். ஆனால், மழைக்காலத்தில் நிலநீர் மட்டம் உயர்ந்து இருப்பதால் கிணற்றில் தண்ணீர் இருக்கும். ஆழமான கிணறுகளில் ஆண்டு முழுவதும் நீர் இருக்கும். ஏனெனில் வறண்ட காலத்திலும், கிணற்றின் அடிமட்டம், நிலநீர் மட்டத்தைவிடத்

தாழ்ந்து இருக்கும். கிணற்றில் இருக்கும் நீரின் ஆழம், நிலநீர் மட்டத்தின் ஏற்றத்தாழ்வைப் பொருத்து இருக்கும். மழைக்காலத்தில் நிலநீர்மட்டம் உயர்வதால், கிணற்றிலுள்ள நீரின் மட்டம் உயர்கிறது. நிலத்திற்குள் நீர் கசியும் அளவைக்காட்டிலும் கிணற்றிலிருந்து நீர் அதிகமாக இறைக்கப் பட்டால், நிலநீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது. உதாரணமாகச் சில கிராமங்களில் மின்சார இயந்திரங்களால் கிணறுகளிலிருந்து தண்ணீர் வேகமாக இறைக்கப்படுவதால், நிலநீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது. இதனால் பல கிணறுகள் வறண்டு விடுகின்றன. வறண்ட ஆற்றுப்படுகையிலும், மற்ற வண்டற்படிவுப் பிரதேசங்களிலும் வெட்டப்பட்ட கிணறுகளில் நீரின் அளவு அதிகமாய் இருக்கும். வண்டற்படிவுகளாலான பிரதேசங்களில் கிணறு வெட்டுவதும் சுலபம். ஆகையால், கங்கைச் சமவெளியில் குழாய்களை ஆழமாக அமைத்து மின்விசையால் நிலநீரை இறைக்கிறார்கள். மலையடிவாரத்திலுள்ள வண்டற் படிவுகளில் நிலநீர் அதிகமாக இருக்கும்.

சில கிணறுகளில் நிலநீர், தானாகவே நிலப்பரப்புவரை உயர்ந்து விடுகிறது. இவைகளை ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுகள்



படம்—46 ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று.

1. நீர் நிரம்பிய மண்டலம் – நீர்புகும் பாறைப்படை. 2. நீர்புகாப் பாறைப் படைகள் 3. 4. மற்ற பாறைப்படைகள்.

எனலாம். நிலநீர் மட்டத்தில் அதிக அழுத்தம் இருப்பதால் தான், நீர் தானாகவே நிலப்பரப்பு வரை உயர்கிறது. ஆர்ட்டீ

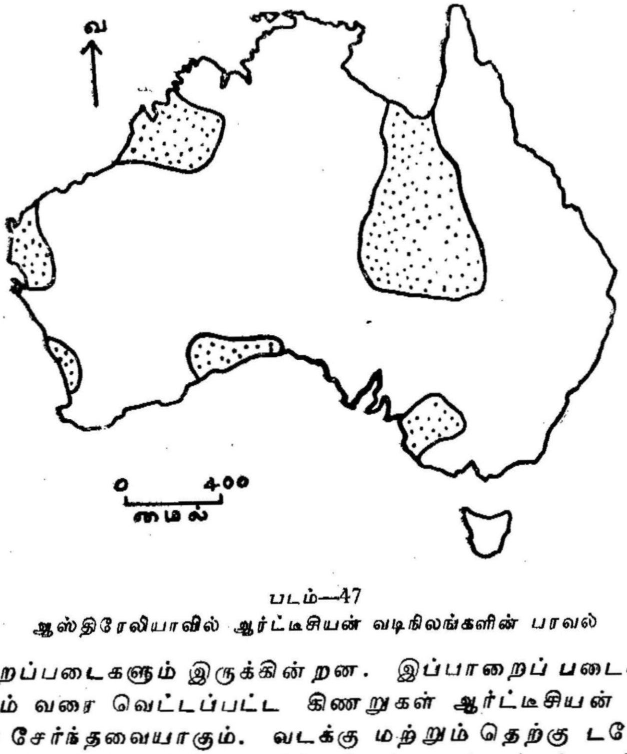
சியன் ஊற்றுக்கள் தோன்றுவதற்குக் கீழ்க் கண்ட சூழ்நிலைகள் சாதகமானவை :

1. ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள அல்லது கிழ்வளைவு போன்ற அமைப்பு.
2. தடித்த நீர்கொள் (Pervious) பாறையும் அதற்கு மேலும் கீழும் நீர்புகாப் (Impervious) பாறைப்படைகளும்.
3. நிலப்பரப்பில் உயரமான இடத்தில் நீர்கொள்பாறை வெளிப்படுதல்.
4. நிலப்பரப்பிற்குக் கீழே அதிக நீர் கசிவதற்குத் தகுந்த மழையளவு.

நீர்கொள் பாறையின் வழியாகக் கசியும் நீர், பாறைப் படையின் சாய்மானத்திசையில் சென்று பாறைப்படையிலுள்ள புரையிடங்களை நிரப்புகிறது. நீர்கொள் பாறைப் படைக்கு மேலும் கீழும் நீர்புகாப் பாறைப்படைகள் இருப்பதால் நிலநீர் வெளிச்செல்ல வழியிருப்பதில்லை. ஆகையால் இப்படையில் நீரின் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும். இந்நிலையில் ஒரு கிணறு வெட்டப்பட்டால், நிலநீர், வேகமாக மேலெழும்பிப் பாய்கிறது. கிணற்றின் மட்டம், புவிப்பரப்பில் தோன்றும், நீர்கொள் பாறையின் மட்டத்தைவிடத் தாழ்ந்து இருக்க வேண்டும். நிலநீர் மட்டத்தில் நீர்கசியும் வீதம் கிணற்றிலிருந்து நீர் வெளிப்படும் வீதத்தை விட அதிகமாயிருக்கும் வரையில் ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகளில் நீர் தானுகவே வெளிப்படுகிறது. பல கிணறுகள் வெட்டப்பட்டால், நிலநீரின் அழுத்தம் குறைகிறது. இதனால், நிலநீர் நிலப்பரப்புவரை உயர்வதில்லை. நீர்கொள் பாறைப் படையிலுள்ள நீரின் அழுத்தத்திற்கு ஏற்ப நிலநீர் சிறிதளவு உயர்கிறது. இம்மாதிரியான கிணறுகளைத் தாழ்ந்த ஆர்ட்டீசியன் (Sub-artesian) ஊற்றுக்கள் எனலாம்.

ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுக்களைத் தென்னுர்க்காடு ஜில்லாவிலும், புதுச்சேரியிலும் காணலாம். இப்பிரதேசத்தில் மணற்பாறையில் நிலநீர் நிரம்பி இருக்கிறது. இந்த நீர் நிரம்பிய படையின் மேலே களிமண் படைகள் இருக்கின்றன. ஆஸ்திரேலியாவில் 15·36 லட்சம் சதுர கிலோமீட்டர்கள் பரப்புள்ள ஆர்ட்டீசியன் வடிநிலம் இருக்கிறது. இது க்வீன்ஸ்லாந்து (Queensland) நியுஸவுத்வேல்ஸ் (New South Wales) தெற்கு ஆஸ்திரேலியாவின் பாகங்களில் தோன்றுகிறது. இப்பிர

தேசத்தில் பல ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுக்கள் உள்ளன. இவைகளுள் சில 1000 மீட்டர் அல்லது 1500 மீட்டர் ஆழமானவை. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் ராக்கி மலைத் தொடரின் கிழக்குப் பக்கத்தில் சாய்மானமுள்ள படிவுப் பாறை அடுக்குகள் உள்ளன. இவைகளுள் சில நீர்கொள்



படம்—47
ஆஸ்திரேலியாவில் ஆர்ட்டீசியன் வடிநிலங்களின் பரவல்

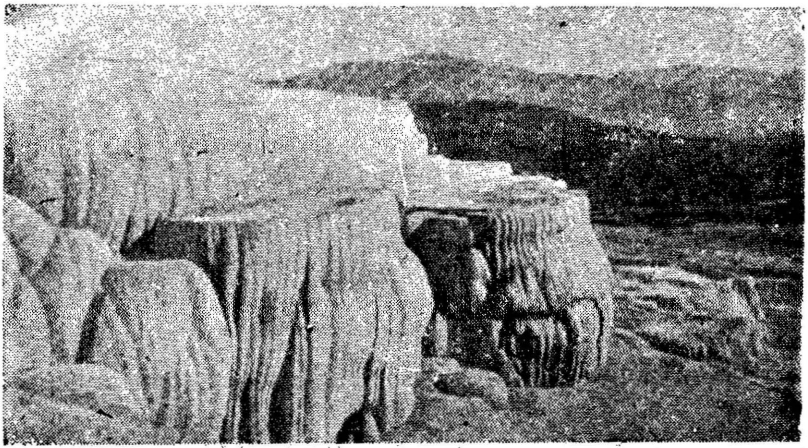
பாறைப்படைகளும் இருக்கின்றன. இப்பாறைப் படைகளின் மட்டம் வரை வெட்டப்பட்ட கிணறுகள் ஆர்ட்டீசியன் வகையைச் சேர்ந்தவையாகும். வடக்கு மற்றும் தெற்கு டகோடா (Dakota) பிரதேசத்தில் ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுக்கள் உள்ளன. சஹாராவைப் போன்ற பாலைவனங்களிலுள்ள ஓயஸிஸ்களில் (Oases) சில ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுக்களால் தோன்றியவை.

வெந்நீர் ஊற்றுக்களும் கொதிநீர் ஊற்றுக்களும்

இவைகளில் நிலநீர், வெப்பமான நிலையில் பரப்பின் மேல் வெளிப்படுகின்றது. பாறைகளிலுள்ள இணைப்புகள் பிளவுகள், இவைகளின் வழியே கசியும் நீர் சில விடங்களில் அதிக ஆழமான பிரதேசத்தை அடைகிறது. இவ்விடங்களில் பாறைகளின் வெப்பநிலை அதிகமாய் இருப்பதால், பாறைகளில்

இருக்கும் நிலநீரும் சூடாகிறது. இதனால் நீரின் கன அளவு பெருகி நீரின் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. ஆகையால், வெப்பமான நீரும் ஆவியும் பாறைகளிலுள்ள இணைப்புகள் மற்றும் பிளவுகளின் வாயிலாக உயர்ந்து புவிப்பரப்பை அடைகின்றன. வெந்நீர் ஊற்றுக்களில் (Hot springs) தோன்றும் நீரின் வெப்பநிலை, கொதிநிலைக்குக் குறைந்து இருக்கும். எரிமலைப் பிரதேசங்களில் வெப்பமான பாறைக்குழம்புகள் மற்றும் வாயுக்களுடன் சேர்வதாலும் நிலநீர் வெந்நீராக மாறுகிறது. எரிமலைப் பிரதேசங்களில் இம்மாதிரியான ஊற்றுக்களைக் காணலாம். ஐஸ்லாந்து (Iceland) நியுஜிலந்தின் வடக்குத்தீவு (North Island) அமெரிக்காவின் மேற்குப்பகுதி (Yellow stone National Park) முதலிய இடங்களில் வெந்நீர் ஊற்றுக்களும் கொதிநீர் ஊற்றுக்களும் (Geysers) உள்ளன.

கொதிநீர் ஊற்றுக்களில் புவிப்பரப்புக்குப் பல அடிகள் மேலே நிலநீர் உயர்ந்து எழும்புகின்றது. சில கொதிநீர் ஊற்றுக்களில் நீர் தொடர்ந்து வெளிப்பட்டுக்கொண்டு இருக்கும்; மற்றவைகளில் சில சமயங்களில்தான் நீர் விசையாக வெளிவரும். நிலநீர் மட்டத்தின் அழுத்தம் அதிகமாயிருந்தால்தான் கொதிநீர் ஊற்றுக்களிலிருந்து தொடர்ந்து நீர் வெளிப்படுகிறது. நிலநீர் மட்டத்தில் அழுத்தம் குறைவாயிருந்தால்,



படம்—48 நியூஜிலந்தில் வெந்நீர் ஊற்றுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் நீரில் கரைந்துள்ள பொருள்கள் படிவதால் ஏற்பட்ட திட்டுக்கள்

நீர் தொடர்ந்து வெளிப்படுவதில்லை. உதாரணமாக, ஓல்டு பெய்த்புல் (Old Faithful) என்னும் கொதிநீர் ஊற்று அமெரிக்காவிலுள்ள யெல்லோஸ்டோன் நேஷனல் பார்க்கில் (Yellowstone National Park) உள்ளது. இது மணிக்கு ஒருதரம் நீரை வெளிப்படுத்துகிறது. இந்தப் பார்க்கில் 72 கொதி நீர் ஊற்றுக்கள் உள்ளன. இவைகளுள் சிலவற்றில் நிலநீர் 50 அடிக்கு மேலே எழும்புகிறது. இப்பிரதேசத்தில் வெந்நீர் ஊற்றுக்களும் கொதிநீர் ஊற்றுக்களும் புவிப்பரப்பில் தோன்றும் பிளவுக்கோடுகளுக்கு இணங்கி இருக்கின்றன. இந்த ஊற்றுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் நீர் குளிர்ச்சி அடைவதால் இந்நீரில் கரைந்த தாதுப்பொருள்கள் படிந்து விடுகின்றன. இந்நீரில் கரைந்துள்ள வாயுப் பொருள்கள் வெளிப்படுவதாலும், அழுத்தம் குறைவதாலும் நீரின் கரையுந் தன்மை குறைகிறது. படிந்த பொருள்கள் ஸிலிகா வகையாகவோ சுண்ணும்பு வகையாகவோ இருக்கலாம். இவை சில அடி உயரமுள்ள குன்றுகளாகத் தோன்றலாம்.

அலாஸ்காவின் ஒரு பிரதேசத்தில் புவிப்பரப்பிலுள்ள பிளவுகளின் வழியாக நீராவி வெளிப்படுகிறது. நீராவியின் வெப்பம் 600° Cக்கு மேலாக இருக்கிறது. இவைகளை ஃப்யூமரோல் (Fumarole) என்கிறார்கள். நில நீர் புவியின் கீழே ஆவியாகி, இம்மாதிரி வெளிப்படுகிறது. நீராவியுடன் கரியமிலவாயுவும், நைட்ரஜனும், மற்ற வாயுக்களும் சிறிதளவு கலந்து இருக்கின்றன.

14. சுண்ணும்புப்பாறைப் பிரதேசங்கள்

ஒரு பிரதேசத்தில் இருக்கும் நிலத்தோற்றங்களின் பண்புகள் அப்பிரதேசத்தில் இயங்கும் அரிப்பு முறைகளேயும், அம்முறைகளின் நிலேகளேயும் பெரும்பாலும் ஒத்து இருக்கின்றன. ஆனல், சுண்ணும்புப்பாறைப் பிரதேசத்தில் பாறையின் அமைப்பு, மற்ற இரண்டு காரணங்களேக் காட்டிலும், முக்கியமாக இருக்கிறது. ஏனெனில், சுண்ணும்புப் பாறை மற்ற பாறை வகைகளேக்காட்டிலும், சில பண்புகளில் வேறு பட்டு இருக்கிறது. சுண்ணும்புப்பாறை நீரில் கரையுந் தன்மையுடையது. நீரில் கரியமிலவாயு கரைந்து இருந்தால் கரையுந்தன்மை அதிகமாகிறது. மழை பெய்யும்போது, வளி மண்டலத்திலுள்ள கரியமிலவாயு, மழை நீரில் சிறிதளவு கரைகிறது. புவியின்மேல் வழிந்து ஓடும்போது மண்ணிலுள்ள அழிந்த உயிர்ப்பொருள்களிலிருந்தும் கரியமிலவாயு நீரில் கரையலாம். சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களிலுள்ள இணேப்புகள் வழியாக நீர் கசிந்து பாறையைக் கரையச் செய்கிறது.

கரைதல், பாறைகளின் சிதைவின் ஒரு முறையேயாகும். இம்முறை பலபாறைகளில் இயங்கினும், இதனுடைய விளேவு சுண்ணும்புப் பாறையில்தான் நன்ருகத் தெரிய வருகிறது. ஏனெனில், மற்ற பாறைகளில் வேறு சிதைவு முறைகள் கரைதலேவிடப் பிரதானமாக இருக்கின்றன. ஜிப்ஸம் கல்லுப்புப் போன்ற பாறைகளில் கரைதல் எளிதில் ஏற்பட்டாலும், இப்பாறைப் பிரதேசங்கள், சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களேப் போல் பரந்து காணப்படுவதில்லே. க்ரானேட்டு போன்ற தீப்பாறைகளில், இரசாயன மாற்றங்களாலும், கரைதலாலும் ஏற்பட்ட சிறிய பள்ளங்களேக் காணலாம். நிலநீரின் கரையுந்தன்மையால், புவிப்பரப்பிற்குக் கீழேயும் பாறைகளின் கரைதல் ஏற்படக்கூடும். கல்லுப்பு, ஜிப்ஸம் போன்ற பாறைகள் புவிப்பரப்புக்குக் கீழேயிருக்கும்

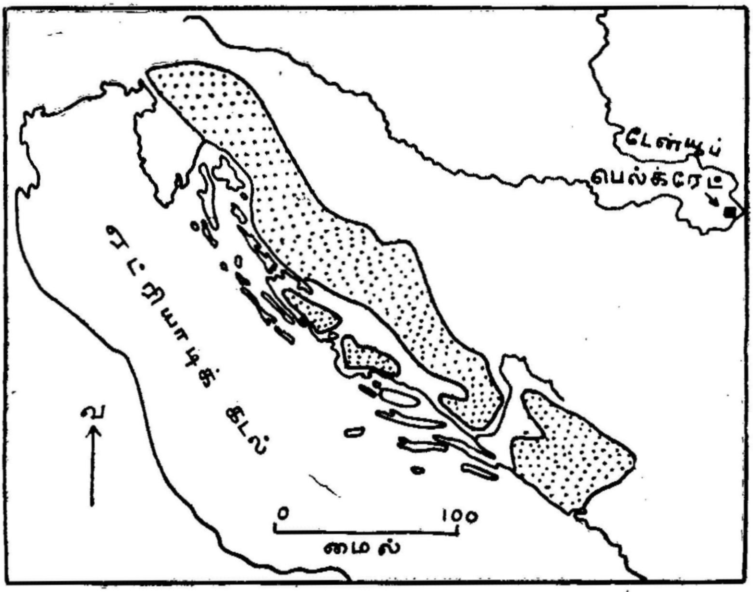
பிரதேசங்களில், அப்பாறைகள் நில நீரால் கரையப் படுகின்றன. இதனுல், நிலப்பரப்பு இவ்விடத்தில் தாழ்ந்து விடுகிறது. இதைக் கரைதலால் ஏற்பட்ட தாழ்தல் (Solution - Subsidence) எனலாம்.

சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களில் நிலத்தோற்றங்களை ஆக்குவதில் கரைதலே முக்கியமான முறையாகும். சுண்ணும்புப் பாறையில் பெரும்பாலும் கேல்ஷியம் கார்பனேட் (Calcium Carbonate) இருக்கிறது. இது கரியமிலவாயு கலந்த நீரின் சேர்க்கையால், கேல்ஷியம் துவிகார்பனேட்டாக (Calcium bicarbonate) மாறி, நீரில் கரைகிறது. கேல்ஷியம் கார்பனேட்டைவிடக் கேல்ஷியும் துவிகார்பனேட் 30 மடங்கு அதிகமான கரையுந் தன்மையுடையது. சுண்ணும்புப் பாறையில் வேறு சில தாதுப்பொருள்கள் கலந்து இருந்தால், அப்பாறையின் கரையுந்தன்மை குறைந்து விடுகிறது. உதாரணமாக டாலமைட்டு (Dolomite), சுண்ணும்புக் களிமண் (Marl) முதலியவை சுத்தமான சுண்ணும்புப் பாறையைவிடக் குறைந்த கரையுந்தன்மையுடையவை. சுண்ணும்புப் பாறையில் இணைப்புகள் நெருங்கி இருந்தால், கரையுந்தன்மை அதிகரிக்கிறது. பருமனுன சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களைக் "கார்ஸ்ட்" (Karst) நிலத் தோற்றங்கள் எனலாம். இவைகளை உலகத்தின் பல பாகங்களில் காணலாம். சாக்குப் (Chalk) பிரதேசங்களில் வேறுவிதமான நிலத்தோற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவை, இங்கிலாந்து மற்றும் பிரான்ஸ் தேசத்தின் பாகங்களில் காணப்படுகின்றன.

"கார்ஸ்ட்" நிலத்தோற்றங்கள்

யூகோஸ்லேவியாவிலுள்ள கார்ஸோ (Karso)ப் பிரதேசத்தில் இவ்வகையான நிலத்தோற்றங்கள் பரந்து காணப்படுகின்றன. இப்பிரதேசம் ஏட்ரியாடிக் (Adriatic) கடலின் வடகிழக்குக் கரையில் உள்ளது. இது 500 கி. மீ. நீளமும் 80 கி. மீ. அகலமும், சில விடங்களில் 2500 மீ. உயரமும் உள்ள பிரதேசமாகும். இம்மாதிரியான நிலத் தோற்றங்களைப் பிரான்ஸின் மத்திய மலைப்பகுதியிலும் (Massif Central), மேற்கு இந்தியத் தீவுகளிலும், அமெரிக்காவில், ஃப்ளாரிடா (Florida), கெண்டகி (Kentucky), டென்னஸி (Tennessee), நாடு

களிலும் காணலாம். இந்தியாவில் சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களில் இந்நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றியுள்ளன.



படம்—49. யுகோஸ்லாவியாவில் கார்ஸோ பிரதேசத்தின் பரவல்

இந்நிலத்தோற்றங்கள் ஏற்படுவதற்குத் தகுந்த முக்கியக் காரணங்களாவன:—

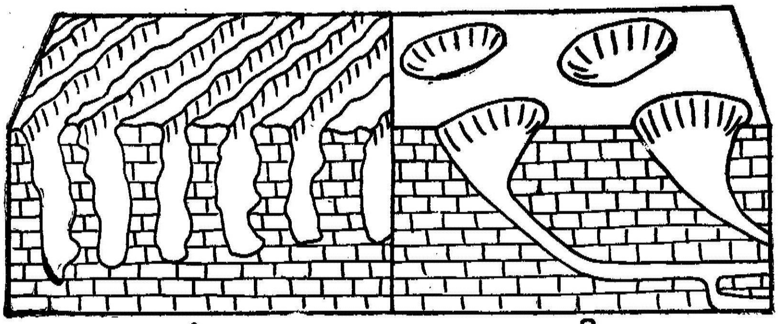
(1) புவிப்பரப்பில் சுண்ணும்புப் பாறைப்படை வெளிப்படுதல்.

(2) சுண்ணும்புப்பாறை பருமனுகவும், பல செங்குத்தான இணைப்புக்கோடுகள், மற்றும் மெலிந்த படைத்தளங்கள் கொண்டதாகவும் இருக்கவேண்டும்.

(3) நிலநீர் சுண்ணும்புப்பாறைப் படையின் வழியாக எளிதில் கசிந்து செல்லக்கூடிய நிலையிருத்தல் அவசியம்.

(4) பிரதேசத்தில் மிதமாகவோ, அதிகமாகவோ மழை பெய்ய வேண்டும்.

சுண்ணும்புப் பாறையின் மேல் மழை பெய்தால், நீர் வழிந்து ஓடும் இடங்களில் சுண்ணும்புப் பாறை கரைகிறது. இதனால், சில விடங்களில் ஆழமான குறுகிய நீண்ட பள்ளங்கள் தோன்றுகின்றன. இவைகளுக்கிடையே கரையாத பாறை உயர்ந்து நிற்கும். ஆகையால், புவிப்பரப்பில் அடுத்தடுத்த நீண்ட மேடுகளும் பள்ளங்களும் உண்டாகின்றன. இவைகளின் உயரம் அல்லது ஆழம் சில அடிகளாக இருக்கும். பள்ளங்களின் அகலம் இடத்திற்கு இடம் மாறுபட்டு இருக்கும். இந்நிலத்தோற்றம் லப்பீ (Lapies) அல்லது க்ளின்ட் (Clint) எனப்படும். சுண்ணும்புப் பாறையின் மேல் மழைநீர் வழிந்து ஓடுவதால் லப்பீ ஏற்படுகிறது. சுண்ணும்புப்

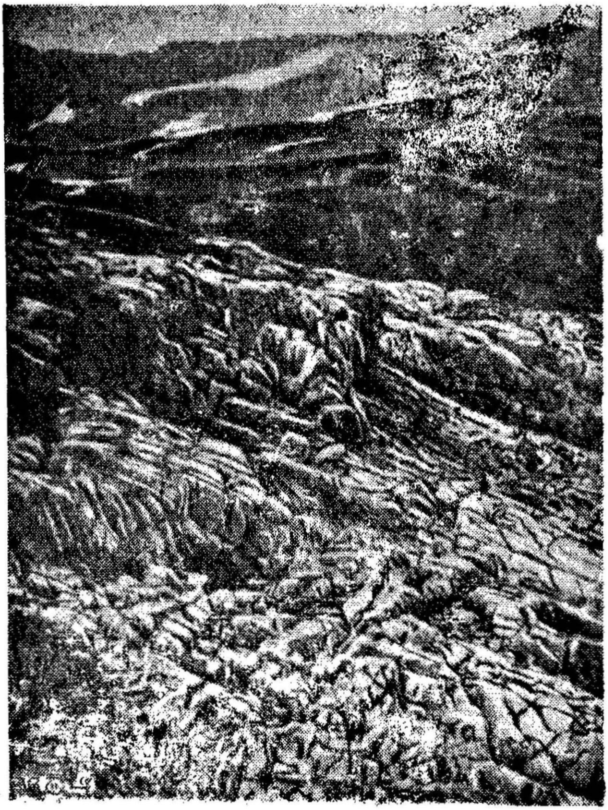


படம்—50. 1. லப்பீ அல்லது க்ளின்ட். 2. டோலிஞ.

பாறையின் பரப்பில் நீர் வழிந்து ஓடுவதற்குப் போதிய சாய்வு இருந்தால்தான் இந் நிலத்தோற்றம் உருவாகிறது. கிடையான அல்லது இலேசான ஏற்றம் இறக்கம் கொண்ட பரப்பில் மழை நீர் குறிப்பிட்ட திசையில் வழிந்து ஓடுவதில்லை. இதனால் இவ்விடங்களில் லப்பீ தோன்றுவதில்லை. பாறையின் கரையும் தன்மையிலுள்ள வேறுபாடுகளை இந் நிலத்தோற்றம் பிரதிபலிக்கிறது. கரையாத தாதுப் பொருள்கள், உயர்ந்து நிற்கின்றன. இவ்விதமான நிலத் தோற்றங்களைக் கோயமுத்தூருக்கு அருகேயுள்ள மதுக்கரை சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் காணலாம்.

கிடையான அல்லது இலேசான ஏற்றவிறக்கம் கொண்ட நிலப்பரப்பில் மழைநீர் சில விடங்களில் தேங்கி நிற்கிறது. இதனால், அவ்விடங்களில் கரைதல் ஏற்படுகிறது. வட்டமான அல்லது முட்டை வடிவமான பள்ளம் உண்டாகிறது. இது

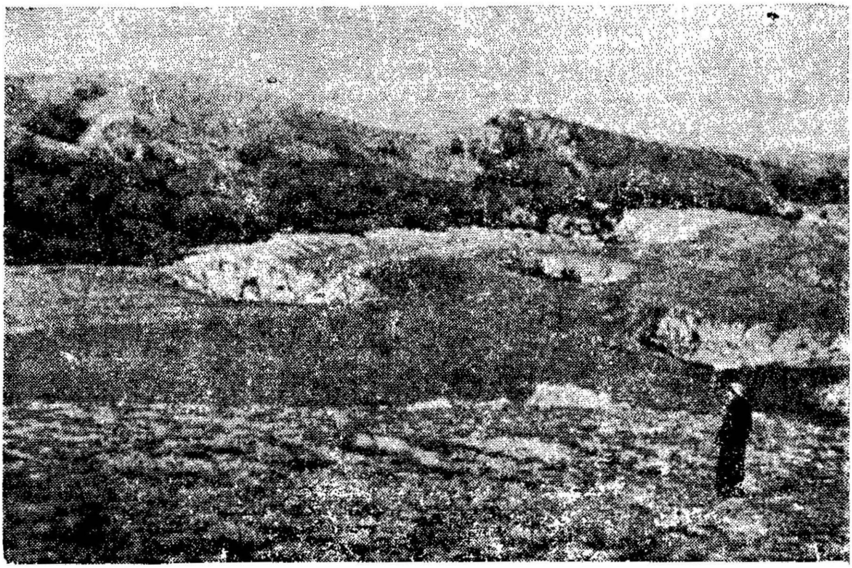
டோலின (Doline) எனப்படும். இதன் வழியாக நீர் நிலத்திற்குக் கீழே பாய்கிறது. டோலினக்கள் சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களில் சாதாரணமாகக் காணக்கூடியவை



படம்—51.
ஸ்விட்ஜர்லாந்தில் சுண்ணும்புப்பாறைப் பிரதேசத்தில் கரைதலால் ஏற்பட்ட லப்பீ போன்ற நிலத்தோற்றம்.

யாகும். இவைகளின் அளவு ஒரேமாதிரியாக இருப்பதில்லை. சிலவற்றின் குறுக்களவு ஒரு சில அடிகளாகவும், மற்றுஞ் சில பல நூறு அடிகள் குறுக்களவு கொண்டவையாயும் இருக்கும். சுண்ணும்புப் பாறையின் பரப்பில் வெவ்வேறு அளவுள்ள பல டோலினக்களைக் காணலாம். டோலினக்களின் ஆழம் சாதாரணமாக 15 மீ. க்குக் குறைந்ததாய் இருக்கும். சிலவற்றின் ஆழம் 30 மீ. க்கு மேலாகவும் இருக்கலாம். இவை

புனல் (Funnel) வடிவம் கொண்டவை. நிலப்பரப்பில் அகன்ற பள்ளமா யிருந்தும், கீழே போகப்போகக் குறுகியதாகி, ஒரு பாதாளக் கால்வாயாக மாறும். மண்ணடுக்கு அல்லது தாவர வளர்ச்சி இல்லாத பிரதேசங்களில் டோலிஞக்கள் ஆழமாயும் செங்குத்துச் சரிவு கொண்டவையாயும் இருக்கின்றன. மண்ணடுக்கு உள்ள பிரதேசங்களில் டோலிஞக்கள்

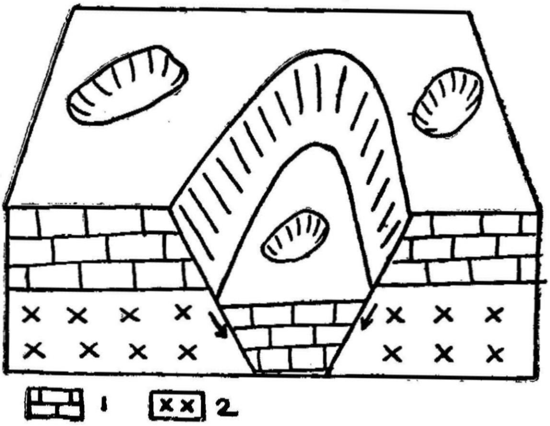


படம்—52. சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் கரைதலால் தோன்றிய டோலிஞக்கள்

ஆழம் குறைந்தும், மென்சாய்வு கொண்டவையாயும் காணப் படுகின்றன. மண்ணடுக்கு வழியாக நீர் கசிந்து, சுண்ணும் புப் பாறையைக் கரைக்கிறது. பெருத்த மழை பெய்ததும், டோலிஞக்களில் சில நாட்களுக்கு நீர் தேங்கியிருக்கக் கூடும். நீர் முழுதும் நிலத்திற்குக் கீழே கசிந்து விட் டாலோ, அல்லது நில நீர், மட்டம் குறைந்தாலோ, டோலி ஞக்கள் வறண்டு விடுகின்றன. ஆழமான டோலிஞக் களின் மட்டம், நில நீர் மட்டத்திற்குக் கீழேயிருந்தால் அவைகளில் வற்ருத ஏரிகளைக் காணலாம். இவைகள் கார்ஸ்ட் ஏரிகள் (Karst Lakes) எனப்படும். நிலத்திற்குக் கீழுள்ள குகைகளின் மேற்பாகம் விழுந்து விடுவதாலும் டோலிஞக்களைப் போன்ற பள்ளங்கள் தோன்றலாம். இவை

செங்குத்துச் சரிவுடையவை. நிலத்தின் மேல் வழிந்து ஓடும் நீர் டோலிளுக்களின் வழியாக நிலத்திற்குள் கீழே செல்கிறது. வறண்ட பள்ளத்தாக்குகளில் டோலிளுக்களைக் காணலாம். சுண்ணும்புப்பாறைப் பிரதேசத்திலுள்ள இணைப்புகளின் வழியாகவும் டோலிளுக்கள் தோன்றுகின்றன. டோலிளுக்கள் படிப்படியாகப் பெரியவையாகி ஒன்ருேடொன்று இணைந்து பெரிய பள்ளங்களாக மாறுகின்றன. இவைகளை உவாலாக்கள் (Uvalas) எனலாம்.

நில அமைப்பால் தோன்றிய பெரிய பள்ளங்களைப் போல்ஜேக்கள் (Poljes) என்கின்றனர். இவை பல சதுர கி. மீட்டர்கள் விஸ்தீரணம் உடையவை. இவை நீளமாகவும், செங்குத்துச் சரிவுப் பக்கங்கள் கொண்டவையாகவும் இருக்கின்றன. இவைகளின் தரை சமமட்டமாக இருக்கும். செங்

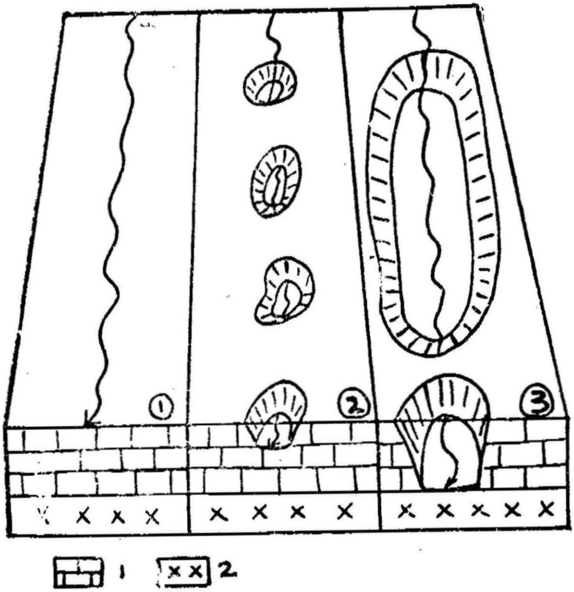


படம்—53 போல்ஜே
1. சுண்ணும்புப் பாறை
2. வேறு பாறைப் படை

குத்துச் சரிவுப் பக்கங்கள் பிளவால் ஏற்பட்டவையாக இருக்கலாம். பிளவின் விளைவால் சுண்ணும்புப் பாறையின் ஒரு பகுதி தாழ்த்தப்பட்டு விடுகிறது. போல்ஜேயின் தரையில் ஓர் ஏரி பெரும்பாலும் இருக்கும். பள்ளத்தின் விளிம்புகளிலிருந்து நிலநீர் கசிவதும் உண்டு. இந்த ஏரிகளில் வண்டல் மண் படிந்து இருக்கும். யுகோஸ்லாவியாவிலுள்ள கார்ஸ்ட் பிரதேசத்திலும், ஜமைகாவிலும் (Jamaica) போல்ஜேக்கள் நன்ருக அமைந்திருக்கின்றன.

உவாலாக்களைப் போன்ற பெரிய பள்ளங்களின் தரையில் தடைப்பட்ட பள்ளத்தாக்குகளைக் காணலாம். இப்பள்ளத்தாக்குகளில் பாயும் நீர் கரைதலால் ஏற்பட்ட பள்ளத்தின் வழியாக நிலத்திற்குள் மறைந்து விடுகிறது. மழைக்குப் பிறகு இப்பள்ளத்தாக்கில் நீர் தேங்குவதால் ஏரி உண்டாகும். இப்பள்ளத்தாக்கின் தரையில் நிலநீர் வெளிப்பட்டுப் பரப்பில் வழிந்து ஓடும்.

சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் சிலவிடங்களில் நிலப்பரப்பில் ஓடும் நீர் நிலத்திற்குக் கீழே மறைவதையும்,



படம்—54
சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில்
வடிகாலமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்
1. சுண்ணும்புப் பாறை 2. வேறு பாறைப்படை

மற்றுஞ் சிலவிடங்களில் நிலநீர் நிலப்பரப்பிற்கு மேல் தோன்றுவதையும் காணலாம். நிலப்பரப்பில் பாயும் நீர் நிலத்திற்குக் கீழே மறைந்து பாய்வதால் இயற்கையான சுரங்க வழிகள் (Tunnels) ஏற்படுகின்றன. இச்சுரங்க வழிகளில் சில மிகப் பெரியவையாகும். வர்ஜீனியா (U. S. A.) விலுள்ள இயற்கைச் சுரங்க வழி 300 மீ. நீளமும், சராசரி 40 மீ.

அகலமும், 25 மீ. உயரமும் கொண்டது. இம்மாதிரியான சுரங்க வழிகளின் மேற்பகுதி சிலவிடங்களில் விழுந்துவிடுவதால், மீதியுள்ள பாகங்கள் இயற்கைப் பாலங்களாக அமைகின்றன. வர்ஜீனியாவிலுள்ள இயற்கைப்பாலம் (Natural Bridge) இதற்கு ஒரு சிறந்த உதாரணமாகும்.

நீண்ட காலமாகக் கரைதல் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருந்தால், சுண்ணாம்புப்பாறையின் பெரும்பகுதி நீக்கப்பட்டு விடுகிறது. எஞ்சிய பகுதிகள் சிறு குன்றுகளாக இங்குமங்கும் தோன்றுகின்றன. இவைகளை யூகோஸ்லேவியாவில் "ஹம்" (Hum) என்றும், மேற்கு இந்தியத் தீவுகளில் "வைக்கோற்போர்க் குன்றுகள்" (Haystack hills) என்றும் அழைக்கிறார்கள். இவைகளில் பல குகைகளைக் காணலாம். கியூபாவில் (Cuba) இக்குன்றுகளின் உயரம் 300 மீ. க்கு மேல் இருக்கும். பியோர்டோ ரிகோவில் (Puerto Rico) குன்றுகளின் உயரம் குறைந்தும், அவைகள் ஒன்றோடொன்று நெருங்கியும் காணப்படுகின்றன. குன்றுகளின் பக்கப்பார்வை சமச்சீரற்

படம்—55

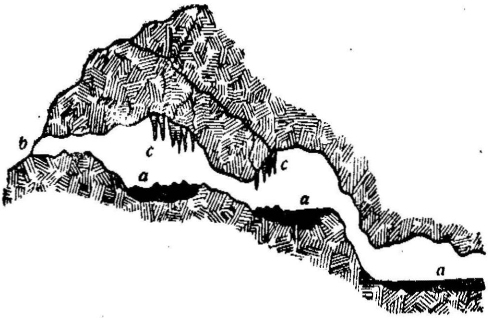
சீனாவில் க்வாங்சி மாகாணத்தில் உள்ள ஊசிக் கார்ஸ்ட் பிரதேசம்

றதாய் இருக்கும். குன்றுகளின் கிழக்கு மற்றும் வட கிழக்குப் பக்கங்கள் மென்சாய்வு கொண்டவையாய் இருக்கின்றன. இதற்கு எதிரான மேற்கு மற்றும் தென்மேற்குப் பக்கங்கள்

அதிக சாய்வுகொண்டவையாய் இருக்கின்றன. இப்பிரதேசத்தில் பெரும்பாலும் கிழக்கு அல்லது வடகிழக்குத் திசையிலிருந்து காற்று வீசுவதாலும், காற்று வீசும் திசையிலுள்ள குன்றுகளின் பக்கங்கள் அதிக மழை பெய்வதாலும் எளிதில் கரைக்கப்பட்டு விடுகின்றன. காற்று வீசும் திசைக்கு எதிர்ப்பக்கத்திலுள்ள குன்றுச்சரிவு, குறைந்த மழை பெய்வதால் அதிகமாகக் கரைக்கப்படுவதில்லை. ஆகையால், மேற்கு மற்றும் தென்மேற்குப் பக்கங்களின் சாய்வு அதிகமாய் இருக்கிறது. சீனுவிலுள்ள குவாங்சி (Kwangsi) மாகாணத்தில், சுண்ணும்புப்பாறையாலான மிகுதிக் குன்றுகள் பிரமிட் உருவம் கொண்டவையாகத் தோன்றுகின்றன. இவைகளைச் சுற்றிலும் அகன்ற சமவெளிகள் உள்ளன. இம்மாதிரியான குன்றுகள் நெருங்கியிருக்கும் பிரதேசத்தை ஊசிக்கார்ஸ்ட் பிரதேசம் (Needle Karst region) எனலாம்.

குகைகள்

நிலத்திற்குக் கீழே சில பாதைகளில் நிலநீர் பாய்வதால் அவ்விடங்களிலுள்ள சுண்ணும்புப்பாறை கரைந்து குகைகள் தோன்றுகின்றன. அதிகமான புரையிடங்கள் கொண்ட சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில், நிலநீர் எல்லா விடங்



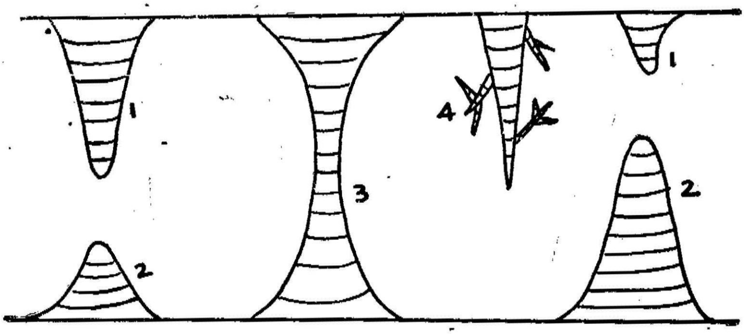
படம்—56. குகையின் பக்கப் பார்வை.
(a) குகையின் தரையில் படிவான பொருள்கள் (b) குகையின் வாயில் (c) குகையின் மேல் தளத்தில் படிவான பொருள்கள்.

களிலும் எளிதில் கசிந்து விடுவதால், குகைகள் ஏற்படுவதில்லை. அடர்த்தியான பருத்த சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில், இணைப்புகள், பிளவுகள், படைத்தளங்கள், இவை

களின் வழியாக மட்டும் நீர் சுவறுகிறது. ஆகையால் இப் பிரதேசங்களில் குகைகள் ஏற்படுகின்றன. இணைப்புகளின் வழியாக நிலநீரின் கீழ்ச் சுவறுதல் தடைப்பட்டால், நிலநீர் பக்கவாட்டில் பாய்கிறது. இம்மாதிரி குகைகள் சிலவிடங் களில் செங்குத்தாகவும், மற்றுஞ் சிலவிடங்களில் கிடையாக வும் இருக்கலாம். இவை ஒன்ருேடொன்று இணைக்கப் பட்டும் காணலாம். செங்குத்தான இணைப்புகளின் வழியே கரைதல் ஏற்படுவதால் தோன்றிய குகைகள், ஆழ மாயும் குறுகியவாயும் இருக்கும். சுண்ணும்புப்பாறைப் படைத்தளங்களின் வழியே கரைதலால் ஏற்பட்ட குகைகள் தாழ்ந்தும், அகன்றனவாயும் இருக்கும். சிலவிடங்களில் குகை களின் பரப்பு ஆயிரக்கணக்கான சதுரமீட்டராகவும் இருக்கும். குகைகள் ஒன்றின் கீழ் ஒன்ருகப் பல மட்டங்களில் ஏற்பட லாம். சிலவிடங்களில் குகைகளின் மேல்பாகம் விழுந்து விடுவதால் வெவ்வேறு மட்டங்களிலுள்ள குகைகள் ஒன்ருே டொன்று இணைக்கப்படுகின்றன. குகைகளின் மேல்பாகம் விழுந்து விடுவதால், குகையின் வழி அடைக்கப்பட்டுவிடும். குகைகளின் தரையில் சிறிய அருவிகள் பாய்வதும் உண்டு. நிலப்பரப்பிலிருந்து நிலநீர் பாய்வதால் கொண்டுவந்த வண்டல், களிமண் முதலியவை குகைகளின் தரையில் படிந்து விடுகின்றன. குகைகளில் வசிக்கும் வெளவால்களின் கழிவுப் பொருள்கள் கலந்து இருப்பதால் குகைகளிலுள்ள வண்டல் மண், கேல்ஷியம், ஸோடியம் மற்றும் பொடேசியம் நைட்ரேட்டுக்களைக் கொண்டதாய் இருக்கிறது. குகைகளில் பாயும் அருவிகளின் அரிப்பாலும் தோற்றம் மாறுபடுகிறது.

குகைகளின் சுவர்களிலும் தரையிலும் கேல்ஷியம் கார்ப னேட் படிந்திருப்பதைக் காணலாம். குகையின் மேற் பகுதியில் கசியும் நீரில் கேல்ஷியம் கார்பனேட் கரைந்து இருக்கிறது. குகையில் வெப்பம் அதிகமாய் இருப்பதால், நீர் ஆவியாக மாறுகிறது. இதனுல், கரைந்துள்ள கேல்ஷியம் கார்பனேட்டு குகையின் மேற்பகுதியில் படிந்துவிடுகிறது. இம்மாதிரி படிப்படியாக இப்படிவு மேலிருந்து கீழே வளர்கிறது. இவைகளின் அளவும் தோற்றமும் வேறு படலாம். இவைகள் ஸ்டாலக்டைட் (Stalactite) அல்லது கல்விழுது எனப்படும். சில கல்விழுதுகளின் கிளைகள் கிடையாகவோ, மேல் நோக்கியோ வளரலாம். இவைகளை ஹெலிக்டைட் (Helictite) என்கிருர்கள். குகையின் மேற் பகுதியிலிருந்து நிலநீர் சொட்டும்பொழுது, நீர் ஆவியாக மாறி, அதில் கரைந்துள்ள கேல்ஷியம் கார்பனேட் குகையின்

தரையில் படிந்து விடுகிறது. இப்படிவுகள் பெருகி, கீழிருந்து மேலே உயர்ந்து விடுகின்றன. இவைகள் கல்முளை அல்லது ஸ்டாலக்மைட் (Stalagmite) எனப்படும். கல் விழுதுகளும் கல் முளைகளும் ஒன்றோடொன்று இணைந்து தூணாக மாறலாம். இத் தூண்கள் குகையின் வழியை அடைத்து விடவுங்கூடும்.



படம்—57. குகைகளிலுள்ள படிவுகள் 1. ஸ்டாலக்டைட் 2. ஸ்டாலக்மைட். 3. தூண். 4. ஹெலிக்டைட்.

இம்மாதிரியான பல்வேறு தோற்றமுள்ள சுண்ணும்புப் படிவுகளை ட்ராவெர்ட்டைன் (Travertine) என்கிறார்கள். சில குகைகளில் உள்ள படிவுகளில் கேல்ஷியம் கார்பனேட்டுடன், இரும்பு மற்றும் மேங்கனீஸ் ஆக்ஸைடுகளும், ஜிப்ஸம் முதலிய வேறு இரசாயனப் பொருள்களும் கலந்து இருக்கின்றன.

சுண்ணும்புப்பாறைப் பிரதேசத்தில் குகைகள் ஏற்படுவதைப் பற்றிப் பல கருத்துக்கள் உள்ளன. பெரிய குகைகள், கரைதலால் மட்டுமல்லாமல், நிலத்திற்குக் கீழே பாயும் ஓடைகளின் அரிப்பாலும் ஏற்படுகின்றன. பெரிய கிடையான சுரங்க வழிகள் நிலத்திற்குக் கீழே பாயும் ஓடைகளின் அரிப்பால்தான் ஏற்படுகின்றன என்று பிரெஞ்சு ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகிறார்கள். சுரங்க வழிகளின் தரைமட்டம் ஒரே சீராக்கப்பட்டிருப்பதும், தரையில் பல குடக்குழிகள் இருப்பதும், சுரங்கவழிகளின் பக்கத்திலுள்ள சுவர்கள் பக்கவாட்டு அரிப்பால் பாதிக்கப்பட்டிருப்பதும், ஓடைகளின் அரிப்புக்குச் சான்றுகளாகும். ஆனால் சுண்ணும்புப் பாறைகளின் கரைதல்தான் நிலத்திற்குக் கீழே பாயும் ஓடைகளின் அரிப்பைவிட முக்கியமானதாக டேவிஸ் கருதினார். கரைத

லால்தான் பெரிய சுரங்க வழிகள் தோன்றி, அவைகளின் வாயிலாக நீர் நிலத்திற்குக் கீழே பாய்கிறது. இம்மாதிரி நிலத்திற்குக் கீழே சுரங்க வழிகளில் பாயும் ஓடைகளின் வேகம் குறைந்து இருப்பதால், அரிப்பும் குறைந்த அளவில் தான் இருக்கும். ஆகையால் குகைகள் ஏற்படுவதற்கு முக்கியக் காரணம் கரைதலேயாகும். அரிப்பு ஓரளவுக்கு உதவியாயிருக்கிறது.

சுண்ணும்புப் பாறைகளின் கரைதல் நிலநீர் மட்டத்திற்கு மேலே ஏற்படுகிறதா அல்லது நிலநீர் மட்டத்திற்குக் கீழே ஏற்படுகிறதா என்பது முக்கிய வழக்காடு ஆகும். நிலத்தின் பரப்பினின்று நீர் கீழே சுவறுவதால் சுண்ணும்புப்பாறை கரைந்து குகைகள் உண்டாகின்றன என்று பலர் கருதுகிருர் கள். இக்கருத்தின்படி, குகைகள்-நிலநீர் மட்டத்திற்கு மேலே தான் தோன்ற வழி உண்டு. இதற்கு மாருக நிலநீர் மட்டத் திற்குக் கீழேதான் கரைதல் ஏற்பட்டுக் குகைகள் தோன்று கின்றன என்று டேவிஸ் விளக்கிஞர். நிலநீர் மட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ள நீரின் அழுத்தத்திலுள்ள வேறுபாடுகளால், நீர் ஓரிடத்திலிருந்து மற்ருேரிடத்திற்குப் பாய்கிறது. நீர்பாயும் வழிகளில் கரைதல் உண்டாகிக் குகைகள் ஏற்படுகின்றன. நிலநீர் மட்டம் தாழ்த்தப்பட்டால், குகைகள் வறண்டு விடு கின்றன. இந்நிலையில், நிலப்பரப்பிலிருந்து கசியும் நீர் குகைகளின் வழியாகப் பாய்ந்து அவைகளின் உருவத்தை மாற்றுகிறது. குகைகளின் மேற்பாகத்திலும், தரையிலும் சுண்ணும்புப் படிவுகள் படிந்துவிடுகின்றன.

சுண்ணும்புப் பாறைகளின் கரைதல் நிலநீர் மட்டத்தில் தான் ஏற்படுகிறது என்று ஸ்வின்னர்டன் (Swinnerton) கருதி ஞர். நிலநீர் மட்டத்தின் உயரம் எல்லாவிடத்தும் ஒரே அளவாக இல்லாததால், நிலநீர் ஓரிடத்திலிருந்து மற்ருேர் இடத்திற்குப் பாறைகளிலுள்ள இணைப்புகளின் வழியாகப் பாய்கிறது. நிலநீரின் மட்டம், பிரதேசத்தில் பாயும் ஆறுக ளின் மட்டத்திற்கு ஒத்து இருப்பதாலும், ஆறுகளின் பள்ளத் தாக்குகள் ஆழமாக்கப் படுவதாலும், நிலநீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது. இதனல், நிலநீர் மட்டத்தின் வெவ்வேறு நிலை களுக்கு ஏற்றவாறு, பல மட்டங்களில் குகைகள் ஏற்படு கின்றன.

இன்னும் பல் வகைகளில் குகைகளின் தோற்றத்தைப் பற்றி விளக்கங்கள் உள்ளன. நிலநீர் மட்டம் எப்பொழு தும் ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை. மழைக்காலத்தில் நிலநீர்

மட்டம் உயர்ந்தும், கோடை காலத்தில் தாழ்ந்தும் இருக்கும். ஆறுகளின் பள்ளத்தாக்கு அரிப்பால் ஆழமாக்கப்படுவதால், நிலநீர் மட்டம் தாழ்த்தப்படுகிறது. இம்மாதிரியான மாறுதல்கள் குகைகள் தோன்றுவதைப் பாதிக்கின்றன. குகைகள், நிலநீர் மட்டத்திற்கு மேலோ கீழோ தோன்றினும், அவைகளின் தோற்றம் பிறகு ஏற்பட்ட நிலநீர் மட்டத்தின் மாறுதல்களால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது.

கார்ஸ்ட் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி

சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களில் கரைதலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களை ஓர் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் பல நிலைகளுக்கு ஒப்பிடலாம். ஒரே வகையான செய்முறை ஒரே வகையான பாறைநிலத்தில் செயல்படுவதால் சக்கரச் சுழற்சிக் கொள்கை ஏற்றதாக அமைந்திருக்கிறது. இதைக் கார்ஸ்ட் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி (Karst cycle of-erosion) என்றும், இது இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் தனிப்பட்ட வகை என்றும் டேவிஸ் கருதினர். எளிதில் கரையுந்தன்மையுடைய பாறைப் பிரதேசங்களில், இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிக்குப் பதிலாகக் கார்ஸ்ட் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி செயல்படுகிறது. இச்சக்கரச் சுழற்சியின் தொடக்கத்திலும், இறுதியிலும் நிலப்பரப்பின் மேல் வடிகால் அமைந்து இருக்கும். இவ்விரண்டு நிலைகளுக்கும் இடையே நிலப்பரப்பிலிருந்து நிலத்திற்குக் கீழே வடிகால் திருப்பப்படுகிறது. யூகோஸ்லேவியாவிலுள்ள கார்ஸோ பிரதேசத்தின் நிலத்தோற்றங்களைக் கொண்டு இவ்வரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி முதலில் விவரிக்கப்பட்டது.

கார்ஸ்ட் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய முக்கிய காரணங்களாவன: 1. தடித்த, சுத்தமான சுண்ணும்புப் பாறைப் படையும் அதற்குக் கீழே நீர் புகாப் பாறையடுக்கும். 2. சுண்ணும்புப் பாறைப்படைக்குக் கீழே தாழ்ந்த நிலநீர் மட்டம், சுண்ணும்புப் பாறைப் படை அரிப்பின் அடிமட்டத்திற்கு மேலே உயர்த்தப்படுவதாலோ, சுண்ணும்புப் பாறைப்படையின் மேலிருந்த பாறைப் படை, ஆறுகளால் அரிக்கப்பட்டு நீக்கப்படுவதாலோ, அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி தொடங்குகிறது. நிலப்பரப்பின் மேல் எல்லாவிடத்தும் சுண்ணும்புப் பாறை வெளிப்படும். இந்நிலப்பரப்பின் மேல், சரிவுக்கு ஏற்றவாறு வடிகால் அமைந்திருக்கும். நீர் வழிந்து ஓடும் பாதையில் கரைதல் ஏற்படுகிறது. நீண்ட பள்ளங்கள் தோன்றுகின்றன. பாறையின்

கரைதலால் இணைப்புகள் அகலமான பள்ளங்களாகின்றன. இடையான அல்லது மேடு பள்ளமான நிலத்தில் டோலினுக் களும், உறிஞ்சித்துளைகளும் (Sink holes) உண்டாகின்றன. நிலத்தின் மேல் வழிந்து ஓடும் நீர், டோலினுக்கள் மற்றும் இணைப்புகளின் வழியாகக் கசிந்து விடுவதால், ஆறுகளும், ஓடைகளும் வறண்டு விடுகின்றன. பெரிய ஆறுகளின் பள்ளத்தாக்குகள் நிலநீர் மட்டத்திற்குக் கீழே அரிக்கப்பட்டு விட்டால், அவ்வாறுகள் வறட்சியடையாமல் இருக்கும். ஆறு களுக்கு இடையேயுள்ள நிலத்தில் பல மேடுபள்ளங்களைக் காணலாம். சுண்ணும்புப் பாறை கரைந்துவிட்ட இடங்களில் பள்ளங்களும், கரையாமல் இருக்கும் இடங்களில் மேடுகளும் இருக்கும். இது சக்கரச் சுழற்சியின் இளமை நிலையைக் குறிக்கும்.

முதிர்ச்சி நிலையில் டோலினுக்கள் பெரியவையாகி ஒன் ருேடொன்று இணைந்து உவாலாக்களாக மாறுகின்றன. நிலத்திற்குக் கீழே கரைதல் ஏற்படுவதால் குகைகளும், சுரங்க வழிகளும் உண்டாகின்றன. கரைதலால் உண்டாகும் அரிப்புக்கு அடிமட்டம், சுண்ணும்புப்பாறையின் கீழே யிருக் கும் பாறையின் மட்டமாகும். சில விடங்களில், சுண்ணும்புப் பாறை முழுவதும் கரைதலால் அரிக்கப்பட்டுவிட்டால், வேறு பாறை நிலப்பரப்பில் தோன்றும். இந்நிலப்பரப்பில் நிலநீர் வெளிப்பட்டு ஆறுகளும், ஓடைகளும் அமைந்து விடுகின்றன. இது நிலத்திற்குக் கீழே சக்கரச் சுழற்சியின் மூப்பு நிலையின் தொடக்கத்தைக் குறிக்கும். வடிகால் உள்ள இடங்களில் சுரங்க வழிகளும், இயற்கைப் பாலங்களும் இருக்கும். இறுதியில் சுண்ணும்புப் பாறை பெரும்பாலும் கரைதலால் நீக்கப்பட்டு விடுவதால் எஞ்சிய பகுதிகள் குன்றுகளாக இங்குமங்கும் இருக்கும். நிலப்பரப்பின் மேல் ஆறுகளும் ஓடை களும் தோன்றி வடிகாலமைப்பு உண்டாகிறது. இவ்வரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் நிலைகள் கரைதலின் வளர்ச்சிக்குத் தக்கவாறு அமைந்திருக்கின்றன. சக்கரச்சுழற்சியின் இளமை நிலையில் கரைதல் ஆரம்பமாகிறது; முதிர்ச்சி நிலையில் எல்லா விடத்தும் பரவுகிறது; மூப்புநிலையில் மிகவும் குன்றிவிடுகிறது.

சாக்குப் பிரதேசங்கள்

சாக்கு மேட்டு நிலங்களிலுள்ள நிலத்தோற்றங்கள், கார்ஸ்ட் பிரதேசத்திலுள்ள நிலத்தோற்றங்களைப்போல் இருப்பதில்லை. சாக்குப் பாறையாலான பிரதேசம் பல மேடு பள்ளங்களுடையதாய் இருக்கும். பெரும்பாலும், புறங்

குவிந்த சரிவுகளைக் காணலாம். பல வறண்ட பள்ளத்தாக்கு களைக் காணலாம். இப்பிரதேசத்தின் வழியாகப் பாயும் பெரிய ஆறுகள் வறட்சியடையாமல் இருக்கும்.

சாக்குப்பாறையின் பண்புகள், சுண்ணும்புப் பாறையைக் காட்டிலும் வேருனவை. சாக்குப்பாறை கலப்பற்ற, மிருது வான சுண்ணும்புப்பாறை வகையாகும். இப்பாறையில் சிறிதளவு களிமண்ணும், மணலும், ஸிலிகாவும் கலந்து இருக்கும். இணைப்புகள் நெருங்கி இருப்பதால், இப்பாறை கசியுந்தன்மையுடையது. இதனுல், நிலப்பரப்பின் மேல் ஆறு களும் ஓடைகளும் இரா. ஆனுல், நிலநீர் பெருமளவில் இருக்கும்; நிலநீர், மட்டம் உயர்ந்து காணப்படும். லண்டன் நகரத்திற்குத் தேவைப்படும் தண்ணீர், நிலத்திற்குக் கீழே யுள்ள சாக்குப் பாறையிலிருக்கும் நிலநீரிலிருந்துதான் கிடைக்கிறது. ஆழமான கிணறுகளை வெட்டி நிலநீரை நிலப் பரப்புக்குக் குழாய்ப்பொறியால் கொண்டு வருகிருர்கள். சாக்குப் பிரதேசங்களில் நிலநீர் மட்டம் உயர்ந்து இருப்ப தால் சாக்குப் பாறையடுக்கின் ஓரங்களில் ஊற்றுக்களின் வழியாக நிலநீர் வெளிப்படும். சாக்குப் பாறையடுக்கு நிலப் பரப்பில் தோன்றும்போதும், படையின் சாய்மானத்திசையில் நிலச்சரிவு மென்மையாகவும், எதிர்த்திசையில் சரிவு செங்குத் தாகவும் இருக்கும். இவ்விரு சரிவுகளின் ஓரங்களிலும் ஊற்றுக்களைக் காணலாம். ஊற்றுக்களின் அருகே நீரில் கரைந்த சுண்ணும்பு சிறிதளவு படிந்துவிடும்.

சாக்குப் பிரதேசத்தில் கரைதலால் பல குடைவுகளும் (Swallow hole) துளைகளும் தோன்றுகின்றன. இவை செங்குத் தாயும், ஆழமாயும் இருக்கும். இவைகளின் குறுக்களவு சில மீட்டர்களேயாகும். இவை இணைப்புக்கோடுகள் ஒன்ருே டொன்று வெட்டுமிடங்களில் உண்டாகின்றன. இவை ஒன்ருே டொன்று சேர்ந்து பெரிய பள்ளங்களாக மாறலாம். இக் குடைவுகள் சாக்குப் பிரதேசத்தின் மேடான இடங்களில் அதிகமாக இருக்கும். சாக்குப் பாறையின் மேல் களிமண் அல்லது மணல் இருந்தாலும், இக்குடைவுகள் தோன்று கின்றன. சாக்குப் பிரதேசத்தில் பல விடங்களிலும் வறண்ட பள்ளத் தாக்குகளைக் காணலாம். இவை ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்குகளைப் போல இருக்கும். பள்ளத்தாக்குகள் ஒன்ருே டொன்று சேர்ந்து வடிகாலமைப்பாக இருக்கலாம். சில சிறிய பள்ளத்தாக்குகள் பெரிய பள்ளத்தாக்குகளுடன் சேரு மிடங்களில் செங்குத்துச் சரிவு இருக்கும். ஏனெனில், இவ்

விரண்டு ஆறுகளின் மட்டம் வெவ்வேறாக இருக்கும். நீர்ப்பிரி மேடுகள் அகன்றவையாயும், புறங் குவிந்த சரிவுடையவையாயும் இருக்கும். வறண்ட பள்ளத்தாக்குகளின் தோற்றத்தை விளக்கப் பல கருத்துகள் உள்ளன. இப்பள்ளத்தாக்குகளை அரித்த ஆறுகள் என்னவாயின என்பது பெரும் பிரச்னையாகும்.

நிலநீர் மட்டம் தாழ்ந்து விட்டதால் வறண்ட பள்ளத் தாக்குகள் ஏற்பட்டிருக்கலாம் என்று சிலர் கருதுகிறார்கள். நிலநீர் மட்டம் உயர்ந்து இருந்த காலத்தில், ஆறுகளும் ஓடைகளும் நிலப்பரப்பில் பாய்ந்துகொண்டிருந்தன. அப்பொழுது அரிப்பால் பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றின. நிலநீர் மட்டம் தாழ்ந்துவிட்டால், நிலப்பரப்பில் வழிந்து ஓடும் நீர், நிலத்திற்குக் கீழே சுரங்கவழிகளில் கசிந்துவிடுகிறது. இதனால் பள்ளத்தாக்குகள் வறண்டுவிடுகின்றன. பெரிய ஆழமான பள்ளத்தாக்குகள் நிலநீர் மட்டத்திற்குக் கீழேயிருப்பதால் அவைகள் வற்றாமல் இருக்கின்றன. இப்பள்ளத் தாக்குகள் ஆழமாக்கப்படுவதால், நிலநீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது. சாக்குமேட்டு நிலத்தின் செங்குத்துச் சரிவுகள் பின் நகர்வதாலும் நிலநீர் மட்டம் தாழ்ந்துவிடும். நிலநீர் மட்டத்திற்கு மேலேயுள்ள பள்ளத்தாக்குகள் வறண்டு விடுகின்றன. பல பள்ளத்தாக்குகள் பனியுகத்திற்குப் பிறகுதான் வறண்டு போயிருக்கவேண்டும். பனியுகத்திற்குப் பிறகு இப் பள்ளத்தாக்குகள் ஆழமாக்கப்படவில்லை என்றும் தெரிகிறது. பெருமழைக்குப் பிறகு சில வறண்ட பள்ளத்தாக்குகளில் ஆறுகளைக் காணலாம். இதிலிருந்து மழையளவு குறைந்த தால்தான் பள்ளத்தாக்குகள் வறண்டு விட்டன என்று சிலர் கருதுகிறார்கள். முற்காலத்தில், மழையளவு அதிகமாயிருந்த தால், ஆறுகள் பள்ளத்தாக்குகளை உண்டாக்கின என்றும், மழையளவு குறைந்தவுடன் பள்ளத்தாக்குகள் வறண்டு விட்டன என்றும் சொல்லலாம். மழையளவு முன்பு அதிகமாயும், இப்பொழுது குறைந்தும் இருக்கிறது என்பதற்குப் போதிய சான்றுகள் கிடையா. இதனால் இக்கருத்து வறண்ட பள்ளத்தாக்குகளின் தோற்றத்தைச் சரியாக விளக்கவில்லை. மற்றுஞ் சிலர் வறண்ட பள்ளத்தாக்குகள் பனியுகத்தின் போது தோன்றியவை எனக் கூறுகிறார்கள். பனியுகத்தில் பாறையிலுள்ள புரையிடங்களும் இணைப்புகளும் உறைபனியால் மூடப்பட்டு இருந்ததால், மழை நீர், நிலத்திற்குக் கீழே சுவறாமல், ஆறுகளாகவும் ஓடைகளாகவும் நிலப்பரப்பில் வழிந்து ஓடியது. ஆறுகள் மற்றும் ஓடைகளின் அரிப்பால்

பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றின. பனியுகத்திற்குப் பிறகு பாறையிலுள்ள புரையிடங்கள் திறந்திருப்பதால், மழைநீர் பெரும்பாலும் கசிந்துவிடுகிறது. பள்ளத்தாக்குகள் வறண்டு விடுகின்றன. இந்தக் கருத்து மிகவும் பொருத்தமானதாக இல்லே; ஏனெனில், பனியுகத்திற்குப் பிறகுங்கூடச் சாக்கு நிலத்திலுள்ள பல பள்ளத்தாக்குகள் வற்ருமல் இருந்து, கடந்த சில ஆண்டுகளில் வறட்சியடைந்திருக்கின்றன. பனி யுகத்தின் காலநிலே மாறுதல்களால் பாதிக்கப்படாத சாக்குப் பிரதேசங்களிலும் வறண்ட பள்ளத்தாக்குகள் உள்ளன. வறண்ட பள்ளத்தாக்குகளின் தோற்றம் ஒரு தீராத பிரச்னேயேயாகும். மேலே சொல்லப்பட்ட ஒவ்வொரு கருத்தும் சில விடங்களுக்குப் பொருத்தமாக இருக்கலாம். ஆனல் எல்லா வறண்ட பள்ளத்தாக்குகளுக்கும் பொருத்தமான கொள்கை இன்னும் உருவாகவில்லே.

15. வறண்ட பிரதேசங்களில் காணப்படும் நிலத்தோற்றங்கள்

நிலப்பரப்பின் மேல் ஆறுகளாகவும், அருவிகளாகவும் வழிந்தோடப் போதுமான மழையுள்ள பிரதேசங்களில்தான் இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி இயங்குகிறது. வறண்ட பிரதேசங்களில் மழையளவு மிகக் குறைவாயிருப்பதால் நிலப்பரப்பில் ஆறுகளும் அருவிகளும் காணக்கிடைப்பதில்லை. நைல் (Nile) ஆற்றைப்போலச் சில ஆறுகள்தாம் பாலைவனத்தின் வழியாக முழுதும் வறட்சியடையாமல் பாய்கின்றன. வறண்ட பிரதேசங்களில் ஓடும் நீரின் அரிப்புக் குறைந்து இருக்கிறது. காற்றின் அரிப்பால் ஏற்படும் விளைவு மிகவும் அதிகமாகத் தெரிகிறது. காலநிலை மாறுபாடுகளால், மழையளவு குறைந்து, முதலில் ஈரமாயிருந்த பிரதேசம் வறண்டு விடக்கூடும் என்று டேவிஸ் கருதினர். துருவப் பிரதேசங்களைத் தவிர எஞ்சியுள்ள நிலப்பரப்பில் 30% வறண்ட பிரதேசமாகும். இது எல்லாக் கண்டங்களிலும், பரவியுள்ளது. இப்பிரதேசங்களில் இயங்கும் அரிப்புச் செய்முறைகளும், அவைகளால் தோன்றும் நிலத் தோற்றங்களும் நன்ருக ஆராயப்படவில்லை.

ஈரப் பிரதேசங்களிலிருந்து வறண்ட பிரதேசங்களை வேறுபடுத்தும் மழையளவு, காலநிலை வகைப்படுத்தும் முறையைப் பொருத்து இருக்கிறது. பொதுவாக, வறண்ட பிரதேசங்களில் மழையளவைக் காட்டிலும் ஆவியாதல் அதிகமாக இருக்கும். நிலப்பரப்பில் ஆண்டு முழுவதும் ஓடும் அருவிகள் கிடையா. வறண்ட பிரதேசங்கள் பெரும்பாலும் உள்நாட்டு வடிகால் (Interior drainage) கொண்டவையா யிருக்கின்றன. மழையளவு குறைவாயிருப்பதால் தாவர வளர்ச்சி, சில விடங்களில்தான் காணப்படும். இத்தாவரங்களின் பாகங்கள் வறண்ட சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன.

உலகத்திலுள்ள பாலை நிலங்களில் பெரும்பகுதி, அயன மண்டலத்தில் 15°—30° அட்சரேகைப் பகுதியில் இருக்கிறது. இப்பிரதேசத்தின் ஒரு பகுதியில் காற்றின் அழுத்தம் அதிகமாயிருக்கிறது. இந்த அதிக அழுத்தமுள்ள மண்டலத்திலிருந்து பூமத்தியரேகை மண்டலத்திற்கு வாணிபக் காற்று (Trade wind) வீசுகிறது. இக்காற்று, குறைந்த வெப்பமுள்ள பிரதேசத்திலிருந்து அதிக வெப்பமுள்ள பிரதேசத்தை நோக்கி வீசுவதால் வறண்டு விடுகிறது. வாணிபக்காற்றுக் கிழக்கிலிருந்து மேற்கே வீசுவதால், கண்டங்களின் கிழக்குப் பகுதியில் மழை அதிகமாயிருக்கும். ஏனெனில், இப்பகுதியில் காற்று, கடலிலிருந்து நிலத்திற்கு வீசுகிறது. கண்டத்தின் மேற்குப்பகுதியில் மழையளவு மிகக்குறைவு. இதனால் அயன மண்டலத்தில் கண்டங்களின் மேற்குப்பகுதியில் பெரிய பாலை நிலங்களைக் காணலாம். ஸஹாரா (Sahara), கலஹாரி (Kalahari), அரேபியா (Arabia), தார் (Thar), ஸொனோரா (Sonora), அடகாமா (Atacama), மேற்கு ஆஸ்திரேலியா பாலை நிலங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.

சில பாலைநிலங்கள் பெரிய கண்டங்களின் உட்புறத்திலும், மற்றுஞ்சில பெரியமலைகளால் சூழப்பட்டவையாயும் இருக்கின்றன. இப்பிரதேசங்களில் பெரும்பாலும் வறண்ட காற்று வீசுகிறது. ஆசியாவில் காஸ்பியன் கடலுக்குக் கிழக்கேயுள்ள பிரதேசம், கண்டத்தின் நடுவில் இருப்பதால், கடலிலிருந்து வீசும் ஈரமான காற்றால் பாதிக்கப்படாமல் பாலைநிலமாக இருக்கிறது. திபெத், பாரசீகம் முதலிய பீடபூமிகள் மலைகளால் சூழப்பட்டு இருப்பதால் பாலை நிலங்களாகின்றன. இவ்வகையான பாலைநிலங்கள் சிறியவையாயினும், உலகத்தின் பல பகுதிகளிலும் இருக்கின்றன.

பல ஆண்டுகளின் காலநிலை விவரங்களை ஆராய்ந்து பார்த்தால், சிறிதளவும் மழைபெய்யாத பகுதி உலகத்தில் இல்லை எனலாம். சில பாலைநிலங்களில் அடுத்து அடுத்துச் சில ஆண்டுகளில் மழையில்லாதிருந்தாலும், 25முதல் 30 ஆண்டுகளின் சராசரி மழையளவு சுன்னமாக (Zero) இருக்காது. சிலி (Chile) நாட்டிலுள்ள அடகாமா பாலைநிலம் உலகத்திலேயே மிக வறண்ட பிரதேசமாகும். இக்கிக் (Iquique) என்னும் இடத்தின் சராசரி ஆண்டு மழையளவு 1மி. மீ. ஆகும். சராசரி மழையளவு, மழையின் போக்கைச் சரியாகக் குறிப்பிடுவதில்லை. ஏனெனில், ஆண்டுதோறும் பெய்யும் மழையளவு மிகவும் மாறுபடுகிறது. சில ஆண்டுகளில் மழையில்லாமலும்

மற்றுஞ்சில ஆண்டுகளில் சராசரியை விட இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு மழைபெய்வதும் உண்டு. ஓர் ஆண்டின் மொத்த மழையளவு ஒரு சில நாட்களில் பெய்துவிடக்கூடும். பாலை நிலங்களில் மழையளவு மிகக் குறைவாக இருப்பதோடு மிகவும் மாறுபடுவதாகவும் இருக்கிறது. பாலைநிலங்களில் பிற்பகலில் இடியுடன் கூடிய புயலினால் (Thunder storm) பெரு மழை பெய்கிறது என்று சிலர் கருதுகிறார்கள். பாலைநிலங் களின் காலநிலையின் மற்றொரு சிறப்புக் கூறு அதிகமான வெப்ப வியாப்தியாகும். மேகங்களற்ற தெளிவான வானம் சூரியனின் ஒளிக்கதிர்களைப் பகலில் தடையின்றி நிலத்திற்கு அனுமதிக்கிறது. இரவில், நிலத்திலிருந்து வளிமண்டலத் திற்கு வெப்பம் தடையின்றிப் பரவுகிறது. இதனால், பகலில் வெப்பம் மிக அதிகமாயும் இரவில் மிகக்குறைந்தும் இருக் கும். நாளுக்குரிய வெப்பவியாப்தி அதிகமாக இருக்கும். வளிமண்டலத்தின் ஈரப்பதம் குறைவாயிருப்பதாலும், நாளுக் குரிய வெப்பவியாப்தி அதிகமாயிருக்கக்கூடும். பாலைநிலங் களின் காலநிலை பாறைகளின் சிதைவையும், நிலப்பரப்பின் அரிப்பையும் பெரிதும் பாதிக்கிறது.

நிலப்பரப்பில் தாவர மூட்டம் இல்லாததால், பாறைகள் காலநிலை மாறுபாடுகளால் பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டுச் சிதைந்து விடுகின்றன. இரசாயன முறையை விடப் பொறி முறையாற் சிதைதல் முக்கியமானதாக இருக்கிறது. இரசாயன மாற்றங்களுக்கு நீர் மிகவும் இன்றியமையாத தாகும். நிலப்பரப்பிலும், நிலத்திற்குக் கீழும் பாறைகள் வறண்டு இருப்பதால், இரசாயன முறைச் சிதைவு ஏற்படுவ தில்லை. நாளுக்குரிய வெப்ப வியாப்தி அதிகமாயிருப்பதால், பாறைகளின் மேற்பரப்பு, பகலில் அதிக வெப்பத்தால் விரி வடைந்தும், இரவில் குறைந்த வெப்பத்தால் சுருங்கியும் விடுகிறது. பாறைகளின் விரிவடைதலும், சுருங்குதலும் ஒவ்வொரு நாளும் அடுத்தடுத்து ஏற்படுவதால் பாறைகள் சிதைந்து விடுகின்றன. சிதைந்த பாறைத் துகள்கள் பாலு ருவம் அடைந்து, இறுதியில் மணலாக மாறுகின்றன. நிலப் பரப்பில் அல்லது நிலத்திற்குக் கீழேயுள்ள பாறைப்படை களில் ஈரம் இருக்கும் பிரதேசங்களில் இரசாயன முறைச் சிதைவு செயல்படுகிறது. பாறைகளிலுள்ள இணைப்புகளின் வழியே நிலநீர் பரவுவதால், இணைப்புக்கோடுகளை அடுத் துள்ள பகுதிகள் இரசாயன முறையால் சிதைந்து விடுகின் றன. இணைப்புகளுக்கு இடையேயுள்ள சிதைக்கப்படாத பாறைப்பகுதி உருண்டை (Spheroidal) வடிவமாக இருக்கும்.

இவ்வடிவம் கொண்ட கற்களை மண்ணடுக்குக்குக் கீழே காண லாம். மழையளவை விட ஆவியாதல் அதிகமாக இருப்பதால், மண்ணடுக்கிற்குக் கீழேயுள்ள நீர் நிலப்பரப்புக்கு மேலெழு கிறது. நிலப்பரப்பை யடைந்ததும், நீர் ஆவியாகி, நீரில் கரைந் துள்ள தாதுப்பொருள்கள் படிந்து விடுகின்றன. நிலப்பரப்பில், மேங்கனீஸ், இரும்பு முதலிய உலோகங்களின் ஆக்ஸைடுகள் படிந்துவிடுவதால், பாறைகளும் பாறைத் துகள்களும், சிவப்பு, கருப்பு, அல்லது மாநிறம் கொண்ட மெருகு பூசிய தோற்றம் பெறுகின்றன.

பாலைநிலங்களின் பரப்பிலுள்ள சிதைந்த பாறைத் துகள்கள் வறண்டு இருப்பதால், அவை புவியீர்ப்பின் விசை யால் இடம் பெயர்வதில்லை. இதனுல்தான், பாலை நிலங்களில் நிலத்தின் சாய்வு தொடர்ச்சியில்லாத வகையில் அமைந் திருக்கும். குன்றுகளும் மலைத்தொடர்களும் சமவெளிகளி லிருந்து தனித்து நிற்கின்றவைபோல் இருக்கும். ஈரப்பிர தேசங்களில் சிதைந்த பொருள்கள் தாமாகவே எளிதில் இடம் பெயர்வதால், சமவெளிக்கும் மலைத்தொடருக்கும் இடையே சாய்வு விகிதத்தில் திடீர்மாற்றம் இருப்பதில்லை. சிதைந்த பாறைத்துகள்கள் நிலத்தின் மேல் வழிந்து ஓடும் நீராலும், வீசும்காற்ருலும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. ஓடும் நீரின் அரிப்புச்செய்கை சில விடங்களிலும், சில நேரங் களிலும்தான் செயல்படுகிறது. இதற்குக் காரணம் குறைந்த மழையளவே யாகும்.

பாலைநிலங்களில் மழையளவு மிகக் குறைவாயும் மாறு மியல்புள்ளதாயும் இருப்பதால், அருவிகள் சிறியவையாயும், எளிதில் வறட்சியடைந்து விடுபவையாயும் இருக்கின்றன. கடலையோ வேறு பெரிய ஆறுகளையோ அடைவதற்கு முன்பே அருவிகள் வறண்டு விடுகின்றன. பாலைநிலங்களில் பெரும்பா லும் உள்நாட்டு வடிகால் அமைந்திருக்கக் காணலாம். அருவிகள் எளிதில் வறண்டு விடுவதால் அவை ஒன்ருே டொன்று சேர்ந்து ஓர் ஆற்றுத்தொகுதியாக (River system) அமைவதில்லை. உள்நாட்டு வடிகாலிருக்கும் பிரதேசத்தில் அரிப்பின் அடிமட்டம் கடல் மட்டமாக இருப்பதில்லை. ஏனெனில், ஆறுகள் கடலை அடைவதில்லை. ஓடும் நீரின் அரிப்பு ஒவ்வொரு தாழ்நிலத்தின் மட்டத்தால் கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது. அரிப்பின் அடிமட்டம் இட வேறுபாடுடைய தாகவும், தாற்காலிகமான தாகவும் அமைந்திருக்கும்.

பாலைநிலங்களிலுள்ள அருவிகளில் மழைபெய்ததை யடுத்த சில நேரத்திற்குத் தான் நீரைக் காணலாம். நிலப் பரப்பில் தாவர மூட்டம் இல்லாததால், மழைநீரின் பெரும் பகுதி உடனே நிலத்தின்மேல் வழிந்து அருவிகளாக ஓடு கின்றது. மழைநீரின் ஒரு பகுதி வெப்பத்தால் ஆவியாகி விடுகிறது. மழைபெய்த சில நேரத்தில் அருவிகள் தோன்றி வெள்ளப் பெருக்கெடுத்து ஓடுவதைக் காணலாம். இன்னும் சிலநேரம் கழித்துப் பார்த்தால், அருவிகள் வறண்டிருக்கும். இம்மாதிரி பாலை நிலப்பரப்பில் திடீரென வழிந்து ஓடும் நீர்ப் பெருக்கை டேவிஸ் அருவிப்பெருக்கு (Stream flood) என்றார். நிலத்தின் சரிவு அதிகமாயிருக்குமிடங்களில்தான் மழைநீர் குறிப்பிட்ட பாதைகளில் வழிந்து ஓடுகிறது. அவ்விடங்களில் மட்டும் அருவிப் பெருக்குச் செயல்படுகிறது. நிலத்தின் சரிவு மென்மையாக இருக்கும் இடங்களில், மழைநீர் குறிப்பிட்ட திசைகளில் அருவிகளாக ஓடுவதில்லை. இதற்குமாறாக, மழை நீர் நிலப்பரப்பு முழுவதையும் மெல்லிய தகடுபோல் கவர்ந்து வழிந்து ஓடுகிறது. இதை வழிநீர்ப்பெருக்கு (Sheet flood) எனலாம். நிலத்தின் பரப்பில் சிதைந்த பாறைத்துகள்கள் நிரம்பியிருப்பதால், வழிநீர்ப் பெருக்குகளால் இந்தச் சுமை முழுவதையும் கடத்த முடிவதில்லை. சிதைந்த பாறைத்துகள் களுக்கு இடையேயுள்ள புரையிடங்களின் வழியாக நீர் நிலத்திற்குக் கீழே பெரும்பாலும் கசிந்து விடுகிறது. சிதைந்த பாறைத்துகள்களாலான நிலப்பரப்பில் அருவிப்பெருக்கு களின் அரிப்பால் பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றுகின்றன. இப் பள்ளத்தாக்குகளில் சில நேரங்களில்தான் தண்ணீரைக் காணமுடியும். இம்மாதிரி வறண்ட ஆற்றுப்படுகைகளை (Wadis) ஸஹாரா, அரேபியா போன்ற பாலைநிலங்களில் காணலாம். அதிகச் சாய்வுள்ள மலைச்சரிவிலிருந்து பாயும் அருவிப்பெருக்கு, மென்சாய்வுள்ள தாழ்நிலத்தை யடைந்த தும் வழிநீர்ப் பெருக்காக மாறிவிடும். அருவிப்பெருக்குகளும், வழிநீர்ப் பெருக்குகளும், சிதைந்த பாறைத்துகள்களை மலைச் சரிவுகளிலிருந்து, தாழ்நிலத்திற்குக் கொண்டு செல்ல உதவு கின்றன. இதனால், மலைச்சரிவுகளிலுள்ள பாறைகள் புவிப் பரப்பில் வெளிப்பட்டு, மீண்டும் சிதைந்து போகின்றன.

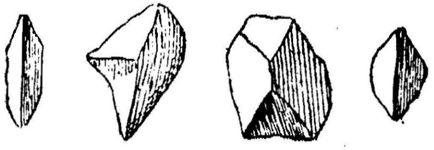
அருவிப்பெருக்குகளும், வழிநீர்ப் பெருக்குகளும் சிறிது தூரம் ஓடியவுடன் வறண்டுவிடுவதாலும், இடையிடையே நின்று இயங்குவதாலும், அவை நிலப்பரப்பிலுள்ள பாறைத் துகள்கள் எல்லாவற்றையும் வெகுதூரம் கொண்டு செல்வ தில்லை. சிதைந்த பாறைத்துகள்கள் மலையடிவாரத்தில் பெரிய

வண்டல் விசிறிகளாகப் படிந்துவிடுகின்றன. இவை நாளடைவில் பெரியவையாகி, ஒன்றோடொன்று இணைந்து பஜாடா (Bajada) என்னும் மலையடிவண்டற் குவியலாக மாறுகின்றன. இவ்வண்டற் படிவுகளாலான நிலத்தோற்றங்கள் ஈரப் பிரதேசங்களைவிட வறண்ட பிரதேசங்களில்தான் தனிச் சிறப்புடையவையாய் இருக்கின்றன. பாலைநிலங்களில் ஓடும் நீரின் செய்கை ஒழுங்கற்றதாயும், நிலையற்றதாயும் இருந்தாலும், நிலத்தோற்றங்களை உருவாக்குவதில் முக்கிய இடம் பெறுகிறது.

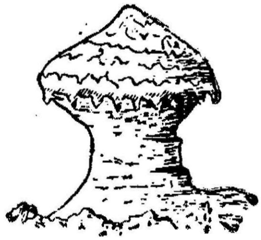
பாலைநிலங்களிலிருக்கும் நிலத்தோற்றங்களை உருவாக்குவதில் காற்றும் உதவுகிறது. பாலைநிலத்தின் பரப்பிலுள்ள மணல், தூசி போன்ற மென்துகள்களைக் காற்றுக் கொண்டு செல்கிறது. இவை பாலைநிலத்தை யடுத்துள்ள ஈரப்பிரதேசங்களிலும், சில விடங்களிலும் படிந்து விடுகின்றன. காற்றால் கொண்டு செல்லப்படும் துகள்களால் நிலம் அரிக்கப்பட்டுச் சிறப்பான நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. வாணிபக்காற்று மண்டலத்திலுள்ள பாலைநிலங்களில் காற்று நிலையாகவும் வேகமாகவும் வீசுகிறது. நிலப்பரப்பில் தாவர மூட்டம் இல்லாததால், காற்றுத் தடையின்றி வீசுகிறது. காற்றின் செய்கையால் அரிப்பும், மென்துகள்களைக் கொண்டு செல்லலும், படிதலும் நிகழ்கின்றன. காற்றின் செய்கை எல்லாப் பிரதேசங்களிலும் நிகழ்ந்தாலும் வறண்ட பிரதேசங்களில்தான் ஆற்றின் செய்கையைவிட முக்கியமானதாய் இருக்கிறது.

காற்றின் அரிப்பு, அது கொண்டு செல்லும் மணல்துகள்களால்தான் ஏற்படுகிறது. காற்றின் விசையால் கொண்டு செல்லப்படும் மணல்துகள்கள், காற்றுக்குத் தடையாயிருக்கும் பகுதிகளோடு உராய்ந்து அவைகளை அரிக்கின்றன. மணல் துகள்கள் நிலப்பரப்பிற்கு மேல் சில அடிகள் வரைதான் காற்றின் விசையால் தூக்கிச் செல்லப்படுகின்றன. இதனால் காற்றின் அரிப்பு நிலப்பரப்பிலிருந்து சில அடிகள் உயரம் வரைதான் காணப்படுகின்றது. இந்த மட்டத்திற்கு மேல், காற்றின் விசை அதிகமாயிருந்தாலும், மணல் துகள்கள் இல்லாததால் அரிப்பு ஏற்படுவதில்லை. நிலப்பரப்பிற்கு அருகே நிலத்தோடு உராய்வதால் காற்றின் விசை குறைந்திருக்கும். காற்றின் அரிப்பு, அருவியின் அரிப்பைப் போல் ஒரு குறிப்பிட்ட பாதைக்கோ, திசைக்கோ கட்டுப் படுவதில்லை. பல திசைகளிலிருந்து காற்று வீசுவதற்கு

ஏற்பப், பல பக்கங்களிலும் அரிப்பு ஏற்படுகிறது. மணல் துகள்கள் உராய்வதால், மரத்தாலான அல்லது எஃகாலான தந்திக் கம்பங்கள் கீழே அரிக்கப்பட்டுச் சாய்ந்து விடுகின்றன. பாலைநிலப்பரப்பிலுள்ள கற்கள், மணல் துகள்கள் உராய்வதால் தேய்ந்து பளபளப்பான பக்கங்கள் கொண்டவையாகின்றன. இவைகள் முப்பட்டைக் கற்கள் (Dreikanter or facetted pebble) எனப்படும். பாறைகளின் பண்புகளுக்கு ஏற்றவாறு, காற்று அரிப்பின் விளைவு அமைந்திருக்கும். மென்மையான பாறைகளும், படிகங்களும் எளிதில் அரிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. பாறைகளின் அடிப்பாகம் காற்றால் அரிக்கப்படுவதால், காளான் பாறைகளும் (Mushroom rocks), பீடப் பாறைகளும் (Pedestal rocks) உண்டாகின்றன. இவற்றின் அடிப்பாகம் அரிக்கப்பட்டு மெலிந்து இருக்கும். காற்றின் அரிப்பால், காற்று வீசும் திசைக்கு இணையாக நீண்ட குறுகிய பள்ளங்கள் தோன்றுகின்றன. இவைகளுக்கு இடையே ஒழுங்கற்ற உருவமுடைய அரிக்கப்படாத பாறை முகடுகள் (Ridges) இருக்கும். இந்நிலத் தோற்றத்தை மத்திய ஆசியாவில் யார்டங்க் (Yardang) என்கிறார்கள். நிலப்பரப்பிலுள்ள மென்மையான பாறைப்பகுதிகள் எளிதில் அரிக்கப்படுவதால் இவை தோன்றுகின்றன. பள்ளங்களின் ஆழம் பெரும்பாலும் 3 மீட்டருக்குக் குறைவாகவே இருக்கும். கிடையான அரிபடாப் பாறைப்படைகளை மேற்பரப்பில் கொண்ட குன்றுத் தொடர் சாய்கன் (Zeugen) எனப்படும். சில விடங்களில் காற்றின் செய்கையால் பாறையின் முகப்பில் தேன்கூடு போன்ற அமைப்பு ஏற்படலாம். பாறையிலுள்ள சில படிகங்கள் எளிதில் சிதைந்து விடுகின்றன. இம்மாதிரி சிதைந்த பொருள்களைக் காற்று நீக்கி விடுகிறது. இதன் விளைவால் பல அளவுடைய புரையிடங்கள் காணப்படுகின்றன. இதைத் தேன் கூடுச் சிதைவு முறை (Honey comb weathering) எனலாம். மணல் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று

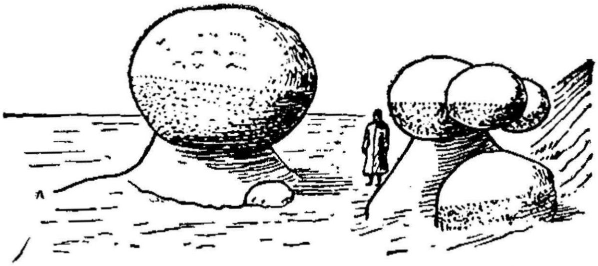


படம்—58. முப்பட்டைக் கற்கள்



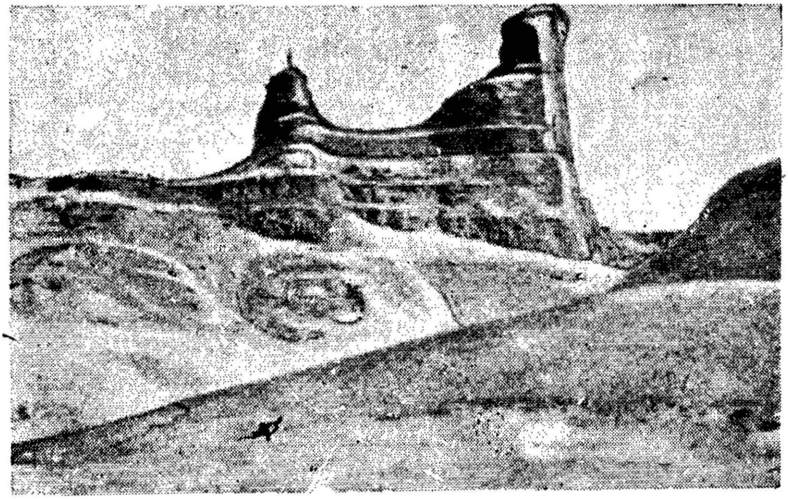
படம்—59.
எகிப்து நாட்டில்
காற்றின் அரிப்பால்
ஏற்பட்ட காளான் பாறை

உராய்வதால், அவை உருண்டையாகவும் மெருகிட்டவை போலவும் ஆகின்றன. ஒன்றோடொன்று உராய்வதாலும்



படம்—60. பாலைநிலத்தில் காற்றின் செய்கையால் உருவாகும் கோள உருவமுடைய பாறைகள்.

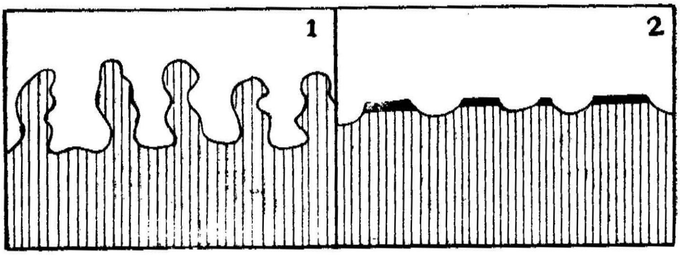
காற்றின் திசைக்குக் குறுக்கேயுள்ள பாறைகளோடு உராய்வதாலும், மணல்துகள்கள் தூசியாகின்றன. காற்றின்



படம்—61. ஜுங்கேரியாவில் (Jungaria) காற்றின் அரிப்பால் தோன்றிய நிலத்தோற்றம்.

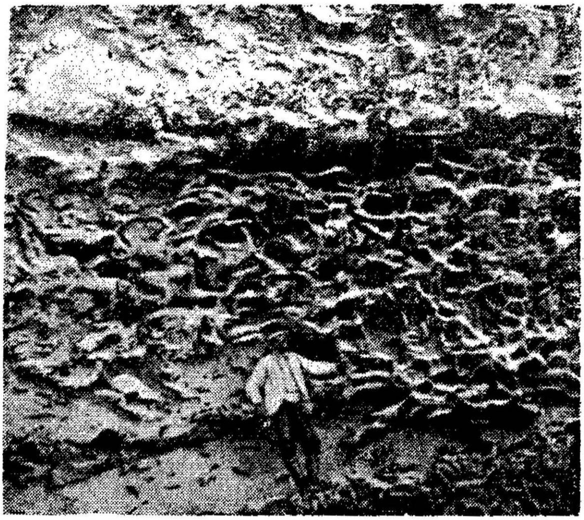
அரிப்பால், நிலப்பரப்பில் சிறிய நிலத்தோற்றங்களே உருவாகின்றன.

காற்று, தூசியைப் பெருமளவில் வெகுதூரம் கொண்டு செல்லும் திறனுடையதாய் இருக்கிறது. காற்றினால் கொண்டு



படம்—62. 1. யார்டங் 2. சாய்கன்

செல்லக்கூடிய பொருள்களின் அளவு புழுதிப் புயலின்போது தான் அதிகமாகிறது. காற்று வேகமாக வீசும்போது வறண்ட



படம்—63. க்ரிமியாவில் (Crimea) மணற்பாறையில் தேன்கூடுச் சிதைவு முறையின் விளைவைக் காட்டும் படம்.

பாறைத் துகள்களாலான நிலப்பரப்பிலிருந்து புழுதியை மேகம் போல மேலே எழுப்புகிறது. புழுதிப்புயலால் வானம்

இருண்டு விடுகிறது. புழுதிப்புயலுக்குப் பிறகு பலநாட்களுக்கு வளிமண்டலத்தில் தூசி ஊசலாடிக் கொண்டிருக்கும். மணல் துகள்கள் நிலப்பரப்பிலேயே துள்ளித் துள்ளிக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. புழுதிப் புயல்களால் ஒரு சதுர மைலி லிருந்து சுமார் 1000 டன் புழுதி சில சமயங்களில் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. காற்றுல் கொண்டு செல்லப்படும் தூசியின் அளவு காற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்து இருக்கும். அதிக வேகமுள்ள பெரும் புழுதிப் புயல்கள் பெரிய அளவுள்ள துகள்களையும் கொண்டு செல்லும் திறனுடையவை. புழுதிப் புயல்களால் வறண்ட பிரதேசங்களில் மண்ணரிப்பு ஏற்படுகிறது. ஸஹாரா பாலை நிலத்திலிருந்து புழுதி 2000 மைலுக்கு அப்பாலுள்ள வடமேற்கு ஐரோப்பாவை அடை கிறது. இதைப்போலவே அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் மேற்குப் பகுதியிலிருந்து கிளம்பிய தூசி, சில சமயங்களில் அட்லாண்டிக் கடற்கரையை அடைகிறது. வளிமண்டலத்தில் ஊசலாடிக் கொண்டிருக்கும் தூசி மழை பெய்தவுடன் படிந்து விடுகிறது. வடமேற்கு ஐரோப்பாவில் மழை பெய்யும்போது, ஸஹாராவிலிருந்து வந்த சிவப்பு நிறமான தூசி படிந்து விடுவ தால், மழைத்துளிகள் செந்நிறம் கொண்டவையாகின்றன. புழுதிப் புயலின்போது, வளிமண்டலத்தின் கீழ்ப்பகுதி, புழுதியாலும், மணலாலும் நிரம்பியிருக்கும். இப்புயலில் மனிதர்களும், உயிரினங்களும் அகப்பட்டுக்கொண்டால் மூச் சடைப்பால் இறந்துவிடக்கூடும்.

காற்றின் செய்கையால் பாலைநிலத்தின் பரப்பிலிருந்து மணலும் புழுதியும் அதிக அளவில் கொண்டு செல்லப்பட்டால் நிலத்தின் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது. நிலநீர் மட்டத்திற்குக் கீழே நிலத்தின் பரப்பு ஆழமாக்கப்படமாட்டாது. ஏனெனில் நிலநீர்மட்டம் நிலப்பரப்பில் தோன்றும்போது, மணலும் தூசியும், ஈரமாயிருப்பதால், காற்று அவைகளைக் கொண்டு செல்ல இயலாததாய் இருக்கிறது. காற்றின் செய்கையால் பள்ளங்கள் ஏற்படுவது கடல் மட்டத்தால் பாதிக்கப்படுவ தில்லை. ஆப்பிரிக்காவில் நைல் ஆற்றின் மேற்கேயுள்ள பள்ளங்கள் காற்றின் செய்கையால் தோன்றியவை. இவை களில் சில கடல் மட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ளன. உதாரணமாக, க்வாட்டாரா (Quattara) பள்ளம் கடல்மட்டத்திற்கு 130 மீ. கீழேயிருக்கிறது. சிறிய பள்ளங்கள் சிலவற்றில் நிலநீர் அதிக அளவில் கிடைக்கிறது. ஆகையால் அவை செழிப்பான சோலைகளாகத் திகழ்கின்றன. காற்றின் செய்கையால் ஆழ மற்ற சிறிய பள்ளங்கள்தாம் தோன்றக்கூடும் என்றும், மிகப்

பெரிய ஆழமான பள்ளங்கள் வேறு காரணங்களால் ஏற்பட்டவை என்றும் சிலர் கருதுகிருர்கள்.

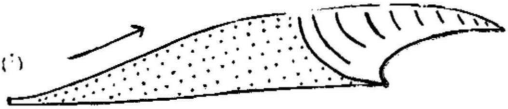
காற்றின் வேகம் குறைந்துவிடுவதாலும், காற்றின் திசைக்கு எதிராக நிலத்தில் தடையிருந்தாலும், அல்லது மழை பெய்வதாலும் காற்ருல் கொண்டு செல்லப்படும் மணலும் தூசியும் படிந்துவிடுகின்றன. பாறைகளின் சிதைவால் ஏற்படும் மணலின் அளவும் காற்றின் திசையும் மணற் படிவுகளின் பரவலைப் பாதிக்கின்றன. மிகவும் நுண்ணிய புழுதிப் படிவுகளைப் பாலை நிலத்தையடுத்துள்ள ஈரப்பிரதேசங்களில் காணலாம். நுண்ணிய துகள்கள் வளிமண்டலத்தில் ஊசலாடிக்கொண்டே இருப்பதால், பாலைநிலத்திலிருந்து வெகுதூரம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. ஈரப் பிரதேசங்களில் மழை பெய்யும்போது அவை படிந்து விடுகின்றன.

பாலைநிலங்களின் பெரும்பகுதி மணற்பரப்பாலானது என்று பொதுவாக எண்ணுகிருேம். ஆனுல், பாலை நிலங்களில் 1/5 பங்குதான் மணற்படிவுகளைக் கொண்டுள்ளது. மணற் படிவுகள் பல உருவங்களில் காணப்படுகின்றன. மணற்படிவுகளின் தோற்றம் பல காரணங்களால் பாதிக்கப்படுகிறது. இக்காரணங்களாவன : 1. நிலப்பரப்பில் தோன்றும் பாறைகளின் பண்புகளும் அவைகள் அரிக்கப்படும் விதமும், 2. மணல் துகள்களின் அளவு, 3. காற்று வீசும் திசையிலும், வேகத்திலுமுள்ள மாறுதல்கள், 4. மணல் எந்த நிலத்தின் மேல் கொண்டு செல்லப்படுகிறதோ அல்லது படிவாகிறதோ, அந்நிலப்பரப்பின் தோற்றம். பாக்னுல்ட் (Bagnold) என்பவர், மணற்படிவுகளை அவைகளின் தோற்றத்திற்கு ஏற்பப் பலவகைகளாகப் பிரித்தார். அவைகளில் முக்கியமானவை 1. மணல்மேடுகள் (Sand dunes), 2. மணல் திட்டுகள் (Sand shadows and sand drifts), 3. மணற்குன்றுகள் (Sand hills and sand levees), 4. மணற்பரப்புகள் (Sand sheets).

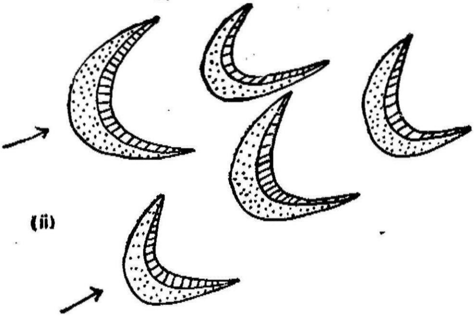
மணல் மேடுகள் தோன்றுவது நிலப்பரப்பின் தோற்றத்தாலும், காற்றுவீசும் திசைக்கு எதிராக இருக்கும் தடைகளாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஏற்றத் தாழ்வுகளற்றதும், சமமட்டமானதுமான நிலப்பரப்பில் மணல்மேடுகள் நன்ருக வளர்ச்சி யடைகின்றன. மணல்மேடுகள் இருவகைப்படும். 1. குறுக்கான மணல்மேடுகள் (Transverse dunes) 2. இணையான மணல் மேடுகள் (Longitudinal dunes). குறுக்கான மணல் மேடுகள் பார்க்கன் (Barchan) எனப்படும்.

இவை பிறைவடிவானவை. பிறைவடிவத்தின் இரு நீண்ட கொம்புகளும் (Horns) காற்று வீசும் திசையில் நீண்டு இருக்கும். இம்மணல் மேடுகள் காற்று வீசும் திசைக்குக் குறுக்கே அமைந்திருக்கும். காற்று வீசும் திசையில் மணல்

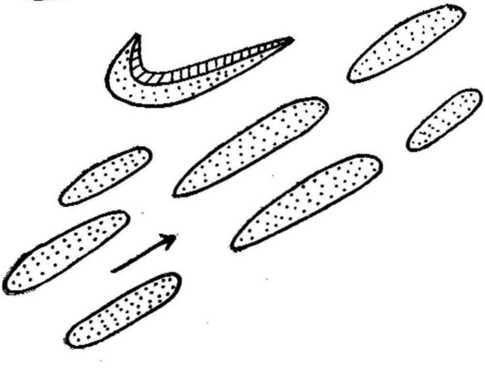
(i)



(ii)



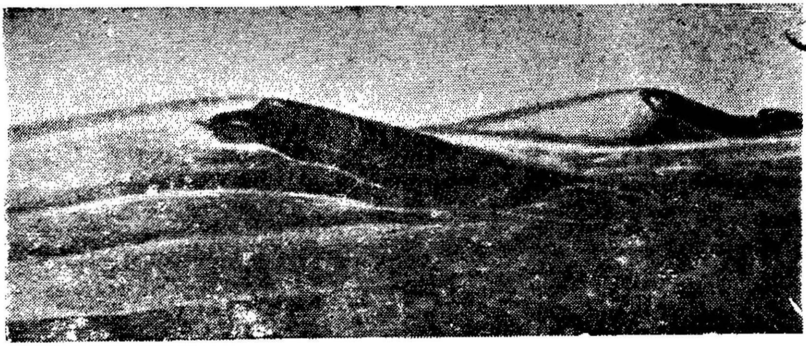
(iii)



படம்—64. மணல் மேடுகள். 1. பார்க்கன் மணல் மேட்டின் குறுக்குப்பக்கப் பார்வை. 2. பார்க்கன்களின் தோற்றம். 3. இணையான மணல்மேடுகள்

மேட்டின் சரிவு மென்மையானதாயும் புறங்குவிந்ததாயும் இருக்கும். காற்று வீசும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் சரிவு செங்குத்தாகவும் உட்குவிந்ததாகவும் இருக்கும். இம்மணல் மேடுகளின் அகலம் பொதுவாக 400 மீட்டருக்குக் குறைவாகவும், உயரம் 30 மீட்டருக்குக் குறைவாகவும்

இருக்கும். பொதுவாக மணல் மேட்டின் அகலம் அதன் உயரத்தைப்போல் பன்னிரண்டு மடங்காக இருக்கும். நிலப் பரப்பில் சுமார் 5 மீ. அகலமும், 30 செ. மீ. உயரமுமாவது இருக்கும் மணற்பரப்பு இருந்தால்தான், பார்க்கன்கள்



படம்—65. சீனாவில் தெற்கு ஆர்டாஸ் (Ordos) பாலைநிலத்திலுள்ள பார்க்கன்கள்.

உண்டாகின்றன. கிட்டத்தட்ட ஒரே திசையிலிருந்து நிலையாக வீசும் காற்றின் செய்கையால் மணற்பரப்பு, மணல் மேடாக மாறுகிறது. பாறைகளின் சிதைவால் அதிக அளவில் மணல் கிடைக்கும் பிரதேசங்களில் பார்க்கன்கள் பெரியவையாயும், ஒன்றோடொன்று நெருங்கியும் காணப்படுகின்றன. மணல் குறைந்த அளவில் கிடைக்கும் பிரதேசங்களில், பார்க்கன்கள், சிறியவையாயும் இங்குமங்குமாகவும் இருக்கலாம். பார்க்கன்கள் காற்று வீசும் திசையில் மெதுவாக இடம் பெயர்கின்றன. மணல் மேடுகளின் இடம் பெயர்தலின் வீதம், அவைகளின் உயரத்திற்கு எதிரிடையாக இருக்கிறது. மணல் மேடுகளின் உயரம் 15மீ. க்குக் குறைவாயிருந்தால், அவை ஆண்டிற்கு 15 முதல் 20 மீட்டர் வரை நகர்கின்றன. அதிக உயரமுள்ள மணல் மேடுகள் ஆண்டிற்கு 10 மீட்டர் வரை நகர்கின்றன. சுமார் 30 மீ. க்கு மேல் உயரமுள்ள மணல் மேடுகள் ஒரேயிடத்தில் நிலையாயிருக்கும்.

இணையான மணல் மேடுகள் நீண்டவையாயும் குறுகியவையாயும் இருக்கின்றன. இவை காற்று வீசும் திசைக்கு இணையாக அமைந்திருக்கும். மணல் மேட்டின் உயரம் 100மீட்டருக்கு மேலாகவும் இருக்கும். மணல் மேட்டின் அகலம், அதன் உயரத்தைப்போல் ஆறு மடங்கு இருக்கும்.

அவைகளின் நீளம் பொதுவாகச் சில கி. மீ. களாகும். சில மணல்மேடுகள் 100கிலோமீட்டர் வரை நீண்டு இருக்கும். இணையாயுள்ள மணல் மேடுகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவழிகளில் காற்றுத் தடையின்றி வீசுவதால் பரப்பில் பாறை வெளிப்படும். பல திசைகளிலிருந்து காற்று வீசுவதால் இவ்வகையான மணல் மேடுகள் உண்டாகின்றன. எதிரெதிரான திசைகளிலிருந்து காற்று வீசினுல், பார்க்கன்கள் இணையான மணல்மேடுகளாக மாறிவிடுகின்றன. வேறு திசையில் காற்று வீசுவதால், பிறைவடிவமான மணல் மேட்டின் ஒரு பக்கம் விரைவில் நீண்டு விடுவதால், இதன் உருவம் மாறிவிடுகிறது. காற்றின் திசைக்குக் குறுக்கேயிருந்த மணல்மேடுகள், காற்றின் திசைக்கு இணையாக அமைந்து விடுகின்றன. இணையான மணல்மேடுகள் இடம் பெயர்வதில்லை.

காற்று வீசும் திசைக்கு எதிராகப் புதரோ, பெரும் பாறையோ தடையாக இருந்தால், காற்று, அத்தடையின் பக்கமாகவோ, மேலோ ஒதுங்கி வீசும். இதனுல், தடையான புதர் அல்லது பாறையின் பின்புறம் காற்றின் விசை மிகக் குறைந்து இருக்கும். காற்ருல் கொண்டு செல்லப்பட்ட மணலின் ஒரு பகுதி, இவ்விடத்தில் படிந்து விடுகிறது. இது ஒரு மணல்திட்டு எனப்படும். காற்றின் மறைவிடத்தில் மணல் படிந்து விடுவதால், மணல் திட்டின் பரப்பும், உயரமும், காற்றுக்குத் தடையாயிருக்கும் புதர் அல்லது பாறையின் அளவைப் பொருத்து இருக்கும். காற்றின் மறைவிடத்திற்கு அப்பால் காற்று வேகமாக வீசுவதால், மணல் திட்டு வளர்வதில்லை. ஒங்கல் அல்லது செங்குத்துச் சரிவின்மேல் மணற்காற்று வீசும்போது, செங்குத்துச் சரிவுக்கு அடியில் மணல் திட்டாகப் படிந்து விடுகிறது. குறுகிய இடைவெளியின் வழியாகக் காற்று வீசும்போது, காற்று மறைவுப் பக்கத்தில் மணல் படிவுகள் உருவாகின்றன. இப்படிவுகள், காற்றுவீசும் திசையில் நீண்டு இருக்கும். மணல் திட்டின் உருவம் காற்று வீசும் திசைக்கு எதிரேயுள்ள தடைகளாலும், புவிப்பரப்பிலுள்ள நிலத்தோற்றங்களாலும் பாதிக்கப்படுகிறது.

மணற்குன்றுகள் பொதுவாகப் பேரிழை கொண்ட மணல் துகள்களின் படிவுகளாகும். சில மணற்குன்றுகளின் உருவம் திமிங்கிலத்தின் முதுகைப் போல் (Whale back) இருக்கும். மணற்குன்றுகள் காற்று வீசும் திசைக்கு இணையாக அமைந்திருக்கும். ஆனுல் இவை இணையான மணல் மேடுகளை விடப்

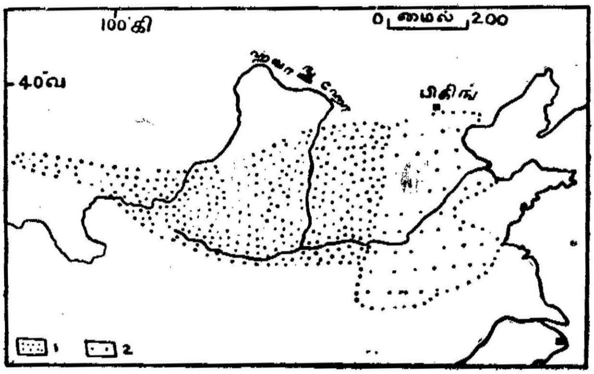
பெரியவை. மணற்குன்றின் உச்சி பெரும்பாலும் சம மட்ட மாயிருக்கும். எகிப்து நாட்டில் இக்குன்றுகளைப் பெரிய அளவில் காணலாம். நிலப்பரப்பில் புல் முதலிய தாவரங்கள் இருந்தால், காற்றின் வேகம் தடைப்பட்டு மணல் துகள்கள் படிந்து விடுகின்றன. இப்படிவு, படிப்படியாகப் பெரிதா கிறது. இதன் பரப்பில் பல சிறிய குன்றுகளையும், அவை களுக்கு இடையே பள்ளங்களையும் காணலாம். பாலை நிலங் களின் ஓரங்களில் தாவர வளர்ச்சி இங்குமங்குமாக இருக் குமிடங்களில்தான் மணற்குன்றுகள் உருவாகின்றன. நிலத் தின் மேல் எல்லாவிடத்தும் ஒரு மெல்லிய அடுக்காக மணல் படிந்து இருந்தால், அதை மணற் பரப்பு எனலாம். மணற் பரப்புகள் சம மட்டமாகவும், மேடு பள்ளங்கள் இல்லாமலும் இருக்கும். லிபியா (Libya) பாலை நிலத்தில் ஒரு மணற்பரப்பு சுமார் 4800 சதுர கிலோ மீட்டர்கள் வரை பரவியுள்ளது.

காற்றடி வண்டல்

மணலைவிடச் சிறிய அளவுடைய வண்டல் மண், தூசி போன்றவை பாலை நிலத்திலிருந்து வெகு தூரம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இத்துகள்கள் வளிமண்டலத்தில் தொங்கு நிலையில் இருப்பதால் எளிதில் படிந்து விடுவதில்லை. மழை பெய்யும்போதுதான் பெருமளவில் படிந்துவிடுகின்றன. காற்றடி வண்டற் படிவுகளிலுள்ள துகள்களின் சராசரி அளவு 0.05 மி. மீட்டர். வண்டற்படிவுகளில் பல புரையிடங்களைக் காணலாம். இதனால் இப்படிவுகளின் வழியாக நீர் எளிதில் கசிந்துவிடும். இப்படிவுகளில் படைத்தளங்கள் இருப்ப தில்லை. இவை செங்குத்துத் திசையில் பிளவுபடும் போக் குடையவை. சில விடங்களில் காற்றடி வண்டற்படிவுகள் 10 முதல் 20 மீட்டர் வரை உயரமான ஓங்கல்களாக இருக் கின்றன. இப்படிவுகள் ஓடைகளால் அரிக்கப்படும்போது, குறுகிய செங்குத்துப் பக்கங்களுடைய மலையிடுக்குகள் உண்டாகின்றன. காற்றடி வண்டற் படிவுகள் ஆண்டுக்கு 1 முதல் 2 மி. மீட்டர் வரைதான் படியக்கூடும். இப்படிவுகள் முன்பிருந்த நிலத்தோற்றங்களை எல்லாம் மூடிவிட்டுப் பல நூறு அடிகள் தடிப்பாக அமையலாம்.

காற்றடி வண்டற்படிவுகள் வடமேற்குச் சீனாவில் ஷான்ஸி (Shansi), ஷென்ஸி (Shensi), கான்ஸூ (Kansu) மாகாணங்களில் ஆயிரக்கணக்கான சதுர கிலோ மீட்டர்களுக்குப் பரவியிருக் கின்றன. இவ்வண்டற் படிவுகளிலிருக்கும் தூசி கோபி (Cobi) பாலை நிலத்திலிருந்து காற்றால் கொண்டு வரப்பட்டிருக்கிறது.

இப்பிரதேசத்தின் வழியாக ஹ்வாங்ஹோ (Hwang Ho) ஆழமான மலையிடுக்கில் பாய்கிறது. ஹ்வாங்ஹோ சமவெளியிலுள்ள ஆற்றுப் படிவுகள் காற்றடி வண்டற் படிவுகளின் அரிப்பால் ஏற்பட்டவை. காற்றடி வண்டலிலிருந்து ஏற்படும் மண் செழிப்பானதாகும். இம்மண்ணில் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பி

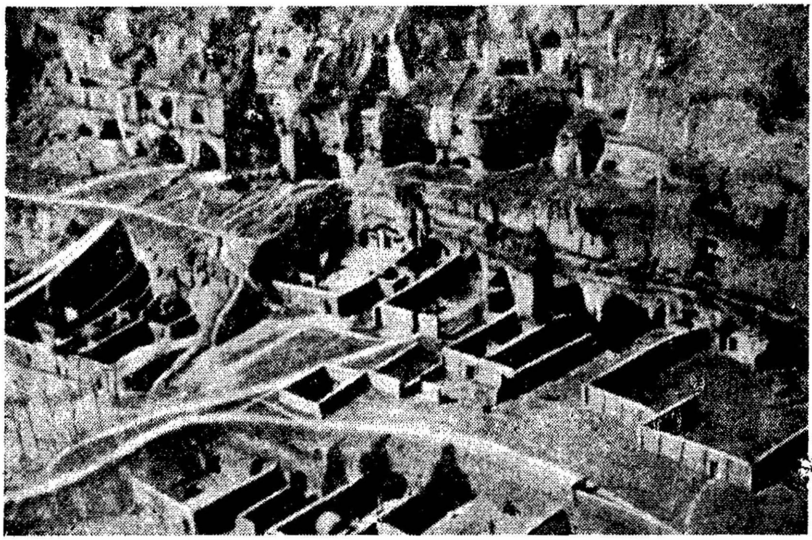


படம்—66. சீனுவில் காற்றடி வண்டற்படிவுகளின் பரவல்.
1. காற்றடி வண்டற் படிவுகள். 2. ஹ்வாங்ஹோ (Hwang Ho) ஆற்ருல் அரிக்கப்பட்டுப் படிவாகிய வண்டற் படிவுகள்.

யிருக்கும். மேலும், இம் மண் ஈரத்தைத் தன்னுள் அடக்கி வைத்துக் கொள்வதால் பயிர் செய்வதற்குத் தகுந்ததாக இருக்கிறது. இம் மண்வகை நீர்ப்பாசனத்திற்கும் தகுந்தது. சீனுவின் காற்றடி வண்டற் படிவுப் பிரதேசத்தில், குகைகளில் மக்கள் வாழ்கிருர்கள். ஓங்கல்களின் செங்குத்துப் பக்கத்தில் மண்ணை வெட்டி எடுத்து, குகைகளை ஏற்படுத்தி வசிக்கிருர்கள். குகைகளில் வசிப்பதால் கோடைகாலத்து வெப்பமும், குளிர்காலத்துக் குளிரும் ஓரளவு தாங்க முடிகிறது.

ஐரோப்பா, வட அமெரிக்கா கண்டங்களின் பகுதிகளிலும், அர்ஜென்டிஞு, நியூஜிலந்து முதலிய நாடுகளிலும், காற்றடி வண்டற் படிவுகள் உள்ளன. இப்பிரதேசங்களில் படிந்திருக்கும் காற்றடி வண்டல் பாலை நிலங்களிலிருந்து மட்டும் கொண்டு வரப்பட்டதில்லை. உதாரணமாக, மிஸிஸிப்பி (Mississippi) பள்ளத்தாக்கின் கிழக்குப் பகுதியில் உள்ள வண்டற் படிவுகளின் ஒரு பகுதி மேற்கேயுள்ள பாலை நிலங்களிலிருந்தும், மற்ருெரு பகுதி பனியாறுகளின் தூசிப் படிவு

களிலிருந்தும் உண்டாயிருக்கிறது. வட அமெரிக்காவின் வடக்குப் பகுதியிலுள்ள பனி அடுக்குகள் உருகிப் பின் நகர்ந்த போது, அவைகளிலுள்ள வண்டல் அதிகமாகப் படிந்து வெள்ளச் சமவெளி தோன்றியது. இவ்வண்டற் படிவுகளி



படம்—67. வடக்குச் சீனாவில் ஷென்சி (Shensi) மாகாணத்தில் காற்றடி வண்டல் பிரதேசத்தில் உள்ள குகை குடியிருப்புகள்.

லிருந்து காற்றின் செய்கையால் தூசி வேறு இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டது. பின் நகரும் பனியடுக்குகளின் ஓரங்களிலிருந்த வண்டற் சமவெளியிலிருந்து தோன்றிய காற்றடி வண்டற் படிவுகள் மிஸ்ஸௌரி (Missouri) மற்றும் ஓஹயோ (Ohio) ஆறுகளின் பள்ளத்தாக்குகளிலும் இருக்கின்றன. இதே வகையில் தோன்றிய படிவுகளை, ஐரோப்பாவில் ரைன் (Rhine), ரோன் (Rhone), டான்யூப் (Danube) ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளிலும், ஸோவியத் ரஷ்யாவில் யூக்ரேன் (Ukraine) பிரதேசத்திலும் காணலாம். தென் கண்டங்களில் அர்ஜண்டைனாவிலுள்ள பாம்பா (Pampa) பிரதேசத்திலும், நியூ ஜிலந்தின் தெற்குத் தீவின் (South Island) கிழக்குப் பாகத்திலும் காற்றடி வண்டற் படிவுகள் உள்ளன.

பாலை நிலங்களில் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி

பாலைநிலங்களில் நிலத்தோற்றங்களின் முக்கியக் கூறுகள், இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி செயல்படும் பிரதேசத்தின் காலநிலை மாறுபாடுகளால் உண்டானவை என்று டேவிஸ் கருதினுர். ஈரமாயுள்ள பிரதேசத்தின் மழையளவு குறைந்து விட்டால், ஆறுகள் வறண்டு, இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி தடைப்பட்டு விடுகிறது. காற்றின் செய்கை முக்கிய இடம் பெற்று, முன்பிருந்த நிலத்தோற்றங்கள் மாற்றப்படுகின்றன. வறட்சியான காலநிலை எந்த வகையான நிலப்பரப்பிலும் உண்டாகலாம். ஆனுல், வறண்ட அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி மலைகளால் சூழப்பட்ட தாழ்நிலத்தை முதற்பரப்பாகக் கொண்டு துவங்குகிறது என்று டேவிஸ் விளக்கினுர். இம்மாதிரியான நிலப்பரப்பு, புவி அசைவுகளால் ஏற்பட்டது என்றும் அவர் கருதினுர். காலிபோர்னியா (California), மற்றும் நிவாடா (Nevada) விலுள்ள பிளவுப் பிண்டங்களும், மேற்கு மங்கோலியாவும் இவ்வகையான நிலப்பரப்பிற்குச் சிறந்த உதாரணங்களாகும். முதல் நிலப்பரப்பில் நிலத்தோற்றத்தின் வேற்றுமை (Relief) அதிகமாயிருக்கும். வெவ்வேறு மட்டங்களிலுள்ள பல வடி நிலங்களும் இருக்கும். நிலப்பரப்பில் தாவர மூட்டம் இல்லாததால், பாறைகள் எளிதில் சிதைவுறுகின்றன. சிதைந்த பாறைத் துகள்கள் நிலப்பரப்பில் குவிந்து ஒரு தடித்த அடுக்காக அமைகின்றன. இப்பொருள்கள் புவி ஈர்ப்புச் சக்தியால் தாமாகவோ அரிப்புச் செய்முறைகளின் விசையாலோ இடம் பெயர்வதில்லை. இப்பிரதேசத்தில் பெருமழை பெய்தால், அருவிப் பெருக்குகளும் வழிநீர்ப் பெருக்குகளும் தோன்றி, அவைகள் சிதைந்த பாறைத்துகள்களை நிலச்சரிவுகளின் கீழ்ப்பகுதிக்குக் கடத்திச் செல்கின்றன. அருவிப் பெருக்குகளும், வழி நீர்ப்பெருக்குகளும் வடிநிலத்தின் மையத்தை அடைவதற்கு முன்பே வறண்டு விடுகின்றன. சுற்றியுள்ள மலைகளின் அரிப்பின் அடிமட்டமாக வடிநிலத்தின் மையம் இருக்கிறது. அருவிப் பெருக்குகளாலும், வழிநீர்ப் பெருக்குகளாலும் சிதைந்த பாறைத் துகள்கள், வடிநிலத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படுவதால், மலைச் சரிவுகளிலுள்ள பாறைகள் மீண்டும் நிலப்பரப்பில் வெளிப்பட்டுச் சிதைகின்றன. இதனுல், மலைத் தொடர்களின் உயரம் சிறிதளவு குறையும். வடிநிலத்தின் மையத்தில் பொருள்கள் படிவதால், அதன் மட்டம் உயர்ந்து விடுகிறது. பிரதேசத்திலுள்ள நிலத்தோற்ற வேற்றுமை நாளடைவில் குறைகிறது. மழையினளவு நிலையற்றதாயும்,

அதன் பரவல் ஒழுங்கற்றதாயும் இருப்பதால், ஓடும் நீரின் அரிப்புச் சிலவிடங்களிலும், சில சமயங்களிலும்தான் காணப் படுகிறது. அருவிகளின் பாதைகள் நிலப்பரப்பின் சாய்வுக் குத் தகுந்தவாறு இருக்கும். அருவிகளும் ஒரே அளவுடை யவையாய் இருக்கும். அருவிகளும், அவைகளுடைய துணை அருவிகளும், நில அமைப்புக்குப் பொருந்தாமல் இருக்கும். ஓடும் நீரின் அரிப்பால் மலைச்சரிவுகள் அரிக்கப்படுகின்றன. அரிக்கப்பட்ட பொருள்கள் வடிநிலத்தின் மையத்திலும் ஓரங் களிலும் படிந்துவிடுகின்றன. சிதைந்த பாறைப் பொருள்கள் படிவதால் ஏற்படும் முக்கியமான நிலத்தோற்றம் வண்டல் விசிறியாகும். வண்டல் விசிறிகள் பெரிய அளவில் உண்டா கின்றன. பெருமழைக்குப் பிறகு, வடிநிலத்தின் மையத்தில் மழைநீர் தேங்கியிருப்பதால் ஏரி உண்டாகலாம். இதைப் ப்ளாயா (Playa) ஏரி எனலாம். இந்த ஏரியின் தரையில் களிமண்ணும், மண்டியும் (Silt) படிந்து விடுகின்றன. ஏரி யிலுள்ள தண்ணீர் சில நாட்களில் ஆவியாகி விடுவதால், நீரில் கரைந்துள்ள உப்புக்கள் தரையில் படிந்து விடுகின்றன. களி மண்ணும், உப்புக்களும் படிந்த வறண்ட ஏரிப்படுகைகளைப் ப்ளாயா என்கிறார்கள். இப்படுகையின் பரப்புச் சம மட்ட மாக இருக்கும். உப்புக்கள் அதிகமாகவுள்ள படுகைகளை உப்புப்படுகை (Salina) எனலாம். மலைகளில் அரிப்பும், வடி நிலங்களில் படிதலும் நிகழ்வதால் நாளடைவில், வடிநிலங்கள் படிவுகளால் நிரப்பப்பட்டு விடுகின்றன. மேலேயுள்ள ஒரு நிரப்பப்பட்ட வடிநிலத்திலிருந்து கீழேயுள்ள மற்றொன்றுக்குச் சிதைந்த பொருள்கள் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. வறண்ட அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் இளமைப் பருவத்தில் காணப்படும் இந்நிலத்தோற்றங்களைச் சிலி (Chile) நாட்டின் பாலை நிலப்பகுதியிலும், தென்கிழக்குக் காலிபோர்னியாவி லும் காணலாம்.

வெவ்வேறு வடிநிலங்களிலுமுள்ள வடிகால் ஒன்றுபடுவது சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையைக் குறிக்கும். இரு வடி நிலங்களுக்கு இடையேயுள்ள சாய்வில் பாயும் அருவிகளின் தலைத்திசை அரிப்பால், மேல் மட்டத்திலுள்ள வடிநிலத்தி லிருந்து கீழ் மட்டத்திலுள்ள வடிநிலத்திற்குச் சிதைந்த பொருள்கள் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. வெவ்வேறு வடி நிலங்கள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து, ஒரு தொடர்ச்சியான சரிவு உண்டாகிறது. சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையில் நிலத்தோற்ற வேற்றுமை மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. இந் நிலை வரை, ஓடும் நீரின் செயல் நிலத்தோற்றங்களின் வளர்ச்

சியில் முக்கியமானதாக இருக்கும். ஓடும் நீரின் செயலால் ஏற்படும் விளைவும் நிலத்தோற்றங்களும், ஈரப்பிரதேசத்தைப் போல இருப்பதில்லை. வறண்ட அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையிலுள்ள நிலத்தோற்றங்களை அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் தென்மேற்குப் பகுதியில் காணலாம்.

முதிர்ச்சி நிலைக்கு அப்பால் ஏற்படும் நிலத்தோற்றங்களைப் பற்றிப் பல கருத்துக்கள் உள்ளன. ஏனெனில் இவ்வகையான நிலத்தோற்றங்கள் நிலப்பரப்பில் காணப்படுவதில்லை. வடிநிலத்தைச் சுற்றியுள்ள மலைகள் அரிக்கப்படுவதால், அவைகளின் உயரம் மிகக் குறைவதோடு, மழை பெய்யும் அளவும் குறைந்துவிடக் கூடும். மலைச்சரிவுகளும் தாழ்த்தப்பட்டு அவைகளின் சிதைவும் தடைப்படுகிறது. நிலப்பரப்பு ஏறக்குறையச் சம மட்டமாக இருப்பதாலும், தாவரங்களோ, குன்றுகளோ தடையாக இல்லாததாலும் காற்று வேகமாகவும், நிலையாகவும் வீசுகிறது. காற்றின் செய்கையால், மணலும், புழுதியும் நிலப்பரப்பிலிருந்து கொண்டு செல்லப்படுவதால் நிலப்பரப்புப் படிப்படியாகத் தாழ்ந்து விடுகிறது. பாலைநிலத்திலிருந்து மணலும், தூசியும் காற்றால் கொண்டு செல்லப்படுவதால், அவைகளின் அரிப்பாலும், படிதலாலும் பல நிலத்தோற்றங்கள் உண்டாகின்றன. அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் இறுதி நிலையில், சம மட்டமான பாறையாலான நிலப்பரப்பைக் காணலாம். மெல்லிய பரல்போன்ற சிதைவுப் பொருள்களாலான மெல்லிய அடுக்கு, பாறையின் மேல் இருக்கும். இம்மாதிரியான பாலை நிலப்பரப்புகளை, அடகாமா பாலை நிலத்திலும், ஆஸ்திரேலியாவின் மையத்திலும், தென் மேற்கு ஆப்பிரிக்காவிலும் காணலாம். இப்பாறைச் சமவெளியின் மட்டம் எந்த உயரத்திலாவது இருக்கலாம். ஏனெனில், இதன் தோற்றம் ஒரு குறிப்பிட்ட அரிப்பின் அடி மட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப் படுவதில்லை. இச்சமவெளிகளைப் பாலை நிலப் பெனிப்பிளேன் (Desert Peneplain) என்றழைக்கலாம். இப் பெனிப்பிளேன் பரப்பிலிருந்து செங்குத்தாக உயர்ந்து நிற்கும் மிகுதிக் குன்றுகள், தீவுக்குன்றுகள் (Inselberg) எனப்படும்.

இச் சமவெளியைப் பாலைநிலப் பெனிப்பிளேன் என்று கூறுவது பொருத்தமாக இல்லை. ஏனெனில், இவைகளின் தோற்றம், பெனிப்பிளேனைப்போல் இல்லை. மேலும் இவை வேறுபட்ட சூழ்நிலையில் உண்டாகின்றன. இதனால் லாசன் (Lawson) இச்சமவெளிகளைப் பான்ஃபேன் (Panfan) எனலாம்

என்று கருதினர். வண்டல் விசிறிகளிலிருந்த படிவுகள் இச் சமவெளியின் பரப்பில் தோன்றுவதால் இப்பெயர் பொருந் தும். மாக்ஸன் (Maxson) மற்றும் ஆண்டர்ஸன் (Anderson) என்ற இருவரும், பாறைச் சமவெளியைப் பெடிபிளேன் (Pediplain) என்று பெயரிட்டார்கள். பல பெடிமெண்டுகள் (Pediments) ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து விடுவதால் அவைகளைப் பெடிபிளேன் எனலாம் என்று கருதினர்கள். பெடிபிளேன் என்ற பெயர் தற்சமயம் எல்லோராலும் உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது. பெடிமெண்டுகளின் கூறுகளையும், அவை உருவா கும் வகைகளையும் பற்றி விரிவான ஆராய்ச்சியின் பயனாகப் பாலைநிலங்களின் நிலத்தோற்றங்களில் மிகவும் முக்கிய மானது பெடிமெண்ட் என்று கருதப்படுகிறது.

பெடிமெண்டுகள்

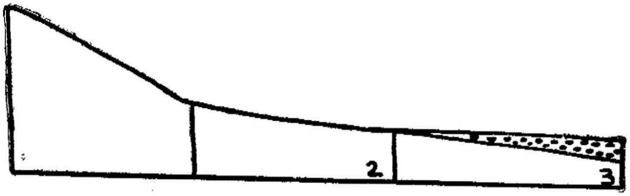
வறண்ட மற்றும் மித வறட்சியுள்ள பிரதேசங்களில் உண்டாகும் தனிப்பட்ட நிலத்தோற்றம் பெடிமெண்ட் என்ப தாகும். பாலைநிலங்களில் மலைகளின் அரிப்பால் மலையடிச் சரிவுகள் (Piedmont slopes) தோன்றுகின்றன. இச்சரிவுகள், மலைச்சரிவுகளையும், வடிநிலத்தின் தரையையும் இணைக் கின்றன. மலையடிச்சரிவு இரண்டு பகுதிகளாலானது. மேற் புறத்திலுள்ள (Upper part) பகுதி அரிப்பாலானது. கீழ்ப் புறத்திலுள்ளது படிதலால் ஏற்பட்டது. அரிப்பாலேற்பட்ட மலையடிச்சரிவின் மேற்பகுதியைத்தான் பெடிமெண்ட் என் கிறார்கள். பெடிமெண்ட் மென்பரிவு கொண்டதாய் இருக்கும். சரிவின் அளவு $\frac{1}{2}°$ முதல் 7° வரை இருக்கும். இச்சரிவு அரிக்கப்பட்ட பாறையாலானது.' இப்பாறைப் பரப்பின் மேல் சிதைந்த துகள்களின் மெல்லிய அடுக்குக் காணப்படும். பெடிமெண்டுகள் மலையடிவாரம்வரை பரவி இருக்கின்றன. பெடிமெண்டின் குறைந்த சரிவுக்கும், அதையடுத்த மலைகளின் செங்குத்தான சரிவுக்கும் இடையே திடீர் மாற்றம் உண்டு. மலைச்சரிவு 15°க்கு மேலாகவும் இருக்கலாம். மலைச்சரிவும் பெடிமெண்டும் கூடுமிடத்தில் நிலப்பரப்பின் சரிவில், திடீர் மாற்றம் ஏற்படும் இடம் 'நிக்பாயிண்டு' எனப்படும். பெடி மெண்டின் பரப்பு ஏறக்குறையச் சம மட்டமாகவோ, சிறி தளவு உட்குவிந்ததாகவோ தோன்றும். பெடிமெண்டின் கீழ்ப்பகுதியில், அதன் பரப்பு வண்டற்படிவுகளால் மூடியிருக் கும். இவற்றை மறைந்த பெடிமெண்டுகள் (Concealed Pedi- ments) எனலாம். பெடிமெண்டுகள் பக்கவாட்டில் விரிந்து, ஒன்றோடொன்று இணைந்து, இணைந்த பெடிமெண்டுகள்

(Coalescing Pediments) தோன்றுகின்றன. சில பெடிமெண்டு கள், அவை தோன்றிய பிறகு அரிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. இவற்றை அரிக்கப்பட்ட (Dissected) பெடிமெண்டுகள் என லாம். வறண்ட பிரதேசங்களில், சிதைந்த பாறைப் பொருள் கள் படிந்து, அரிப்பின் அடிமட்டம் உயர்வதால், வடிநிலத்தில் குவியும் படிவுகள் பெடிமெண்டின் பரப்பைச் சிறிது சிறிதாக மூடிவிடுகின்றன. ஆனால் மித வறட்சியுடைய பிரதேசங்களில், சிதைந்த துகள்கள் ஆறுகளாலும், அருவிகளாலும் கொண்டு செல்லப்படுவதால், பெடிமெண்டுகளின் பரப்பு மூடப்படாமல், ஆற்றுப்படுகைவரை பரந்து இருக்கிறது. பெடிமெண்டுகளின் வளர்ச்சி மித வறட்சியுள்ள பிரதேசங்களில்தான் நன்கு காணப்படுகிறது.

பெடிமெண்டுகள் உண்டாவதைப் பற்றிப் பல கருத்துகள் உள. மேக்கி (Mcgee) என்பவர், ஸோனாரா பாலை நிலத்தி லுள்ள பெடிமெண்டுகளை ஆராய்ந்து பார்த்து, அவை அருவிப் பெருக்குகளின் அரிப்பால் தோன்றியிருக்கின்றன என்றார். அருவிப்பெருக்குகள் பாறைத்துகள்களை அதிக அளவில் கொண்டு செல்கின்றன. இப்பாறைப்பொருள்கள் நிலப் பரப்பை அரிப்பதற்குத் தகுந்த கருவிகளாக உதவுகின்றன. ஆகையால், மென்சாய்வு கொண்ட அரிக்கப்பட்ட பாறைப் பரப்பு மலையடிப் பகுதியில் உண்டாகிறது. பெடிமெண்டுகள் படிப்படியாகப் பெரியவையாகி, மலைச் சரிவுகள் பின்னடை கின்றன என்றும் மேக்கி விளக்கினார்.

அருவிகளின் பக்கவாட்டு அரிப்பால் பெடிமெண்டுகள் தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்று பலர் கருதுகின்றனர். இவர் களுள் ஜான்ஸனின் (Johnson) கருத்தை உதாரணமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். மலைகளால் சூழப்பட்ட வடிநிலப் பகுதியை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம் என்று ஜான்ஸன் கருதினார். இம்மூன்று பிரிவுகளாவன. 1. செங்குத்து அரிப்பு முக்கியமாக நிகழும் மலைப் பகுதி, 2. படிதல் அதிகமாக ஏற்படும் வடிநிலத்தின் தரைப்பகுதி, 3. பாறைத் துகள்கள் கொண்டு செல்வதும், பக்கவாட்டு அரிப்பும் ஏற்படும் இடைப் பகுதி (Intermediate zone). பெடிமெண்டுகள் இவ்விடைப் பகுதியில்தான் இருக்கின்றன. பெடிமெண்டுகள் பாறை விசிறிகளிலிருந்து (Rock Fan) உண்டானவை என்று கருதினார். பாறை விசிறி என்பது விசிறி உருவமுடைய பாறைப் பரப்பு ஆகும். பாறை விசிறியின் முனை (Apex) மலைப்பகுதியின் ஓரத்தில் இருக்கும். பாறை விசிறியின்மேல் பாயும் அருவி

கள், அவைகளின் வழிகளை (Courses) அடிக்கடி பாறை விசிறியின் பரப்பில் மாற்றிக் கொள்வதால், பக்கவாட்டு அரிப்பு ஏற்படுகிறது. இதன் பயன் பாறை விசிறியின் சரிவைக் குறைத்து, அவைகளைப் பெடிமெண்டுகளாக மாற்றுவதே யாகும். பெடிமெண்டுகள் அருவிகளின் பக்கவாட்டு அரிப்பால் தோன்றுவதாக இருந்தால், அருவிகளின் அளவுக்கு ஏற்பப் பெடிமெண்டுகளும் இருக்கவேண்டும். பெரிய அருவி



படம்—68. பெடிமெண்டுகளின் தோற்றத்தைப் பற்றி ஜான்சனுடைய கொள்கை.
1. செங்குத்து அரிப்பு நிகழும் மலைச்சரிவு. 2. பக்கவாட்டு அரிப்பு ஏற்படும் பகுதி. 3. பொருள்கள் படிவாகும் சரிவு.

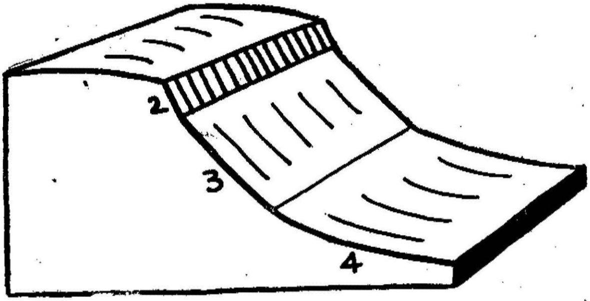
கள் மலையிலிருந்து சமவெளிக்குப் பாயும் இடங்களில் அகன்ற பெடிமெண்டுகளையும் சிறிய அருவிகள் பாயுமிடங்களில் குறுகிய பெடிமெண்டுகளையும் காணவேண்டும். மலைச் சரிவின் முன் பக்கம் (Front) வளைவு கொண்டதாயும் இருக்கவேண்டும். ஆனால், மலைச் சரிவின் முன் பக்கம் பொதுவாக நேராக இருப்பதால், பக்கவாட்டு அரிப்பு மட்டும் பெடிமெண்டுகளின் தோற்றத்திற்குக் காரணம் என்று சொல்ல முடியாது. ஜான்சனின் கொள்கைக்கு மற்றொரு எதிர்ப்பு யாதெனில், பாறை விசிறிகள் பாலைநிலங்களில் பொதுவாகக் காணப்படுவதில்லை என்பதேயாகும். ஜான்சனின் கருத்து, பெடிமெண்டுகளின் தோற்றத்தை முற்றிலும் தெளிவாக்காவிட்டாலும், பக்கவாட்டு அரிப்பின் முக்கியத்தை எடுத்துக் காட்டுகிறது.

பெடிமெண்டுகளின் தோற்றம் மூன்று செய்முறைகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. இவையாவன: 1. மலைச்சரிவுகள் பின்னடைதல் (Retreat), 2. வழிநீர்ப்பெருக்குகளின் அரிப்பு 3. பக்கவாட்டு அரிப்பு. மலைச்சரிவுகள் சிதைவாலும், ஓடை அரிப்பாலும் பின்னடைகின்றன; மலைகளிலிருந்து பாயும் அருவிகளின் பக்கவாட்டு அரிப்பினால், பெடிமெண்ட் உருவாகிறது. மலைச்சரிவு பின்னடைவதற்கு இணங்கப் பெடி

மெண்டும் சிறிது சிறிதாக விரிவடைகிறது. இக்கொள்கையை ப்ரயன் (Bryan) விவரித்தார். மலைச்சரிவுகள் பின்னடைவதையும், வழிநீர்ப் பெருக்குகளால் சிதைந்த பாறைப் பொருள்கள் கொண்டு செல்லப்படுவதையும் பெடிமெண்டுகள் உண்டாவதற்கு முக்கியக் காரணங்களாகும் என்று டேவிஸ் கருதினர். அருவிகளின் பக்கவாட்டு அரிப்பு முக்கியமானது என்பதும் அவர் கருத்தாகும். புவியமைப்பு, காலநிலை, மற்றும் நிலப் பரப்பு இவைகளிலுள்ள வேறுபாடுகளுக்கு இணங்க இம் மூன்று செய்முறைகளில் ஒவ்வொன்றின் முக்கியத்துவமும் மாறுபடக்கூடும். நிலையாகவுள்ள அருவிகள் பாயும் பிரதேசங்களிலும், எளிதில் அரிபடும் பாறையுள்ள இடங்களிலும் பக்கவாட்டு அரிப்பு முக்கியமாக இருக்கும். நிலையற்ற அருவிகள் பாயும் இடங்களிலும், அரிபடாப் பாறையுள்ள விடத்தும் சிதைவும் ஓடை அரிப்பும் பிரதானமாக இருக்கும். ஈரப் பிரதேசங்களிலும், வறண்ட பிரதேசங்களைப் போல, மலைச் சரிவுகள் பின்னடைகின்றன என்றும், ஆற்று வெள்ளச் சமவெளியின் இருபக்கங்களிலும் மென் சரிவுகொண்ட நிலப் பரப்பு, பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் அடித்தளம் (Valley-floor basement), வறண்ட பிரதேசத்திலுள்ள பெடிமெண்டைப் போன்றது என்றும் டேவிஸ் கூறினர்.

தென் ஆப்பிரிக்காவில் கிங்கும் (King L. C.) மற்றும் அவருடைய கூட்டாளிகளும் (Associates) சேர்ந்து பெடிமெண்டுகளைப் பற்றி விரிவான ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டனர். உலகத்தின் நிலப்பரப்பிலுள்ள எல்லா நிலத்தோற்றங்களும் சிதைவாலும் அரிப்பாலும் பாதிக்கப்பட்டுப் பெடிமெண்டுகளாக மாறிவிடக்கூடும் என்றும், பெடிமெண்டுகள்தாம் அடிப்படையான நிலத்தோற்றங்கள் என்றும் அவர் விளக்கினர். குன்றுச் சரிவுகளை அவர் நான்கு பாகங்களாக வகுத்தார். 1. உச்சியிலுள்ள புறங்குவிந்த பெருகும் சரிவு (Waxing slope), 2. சிதைந்த பொருள்களால் மூடப்படாமல் பரப்பில் தோன்றும் பாறைப் பகுதி (Free face), 3. சிதைந்த பொருள் படிந்த சரிவு (Debris slope), 4. கீழ்ப்பாகத்திலுள்ள தேய்வு அடையும் சரிவு (Waning slope) பெடிமெண்டுகள் தேய்வு அடையும் பகுதியைச் சேர்ந்தவை. குன்றுச் சரிவுகள் பின்னடைவதால் அவை வளர்ச்சியடைகின்றன. வழிநீர்ப் பெருக்குகள் சிதைந்த பொருள்களைப் பெடிமெண்டுகளின் மேல் அதிக அளவில் கடத்திச் செல்வதால், அதன் பரப்பு அரிக்கப்பட்டு மென் சாய்வு கொண்டதாயும் சிறிதளவு உட்குவிந்ததாயும் அமைந்து விடுகிறது. சிதைவாலும், மண் ஊர்தலாலும் (Soil creep) உச்சியி

லுள்ள புறங்குவிந்த பெருகும் சரிவு உண்டாகிறது. மூடப்படாத பாறை முகப்பும் உடைகறகுவையாலான பகுதியும் அதிக சரிவு பெற்றவை. இவ்விரண்டு பகுதிகளும், முன்னிருந்த சரிவுக்கு இணையாகப் பின்னடைகின்றன. இதனுல்,



படம்—69. குன்றுச் சரிவின் தோற்றம்.
1. உச்சியிலுள்ள புறங்குவிந்த பெருகும் சரிவு.
2. நிலப்பரப்பில் தோன்றும் பாறைப் பகுதி.
3. சிதைந்த பொருள்கள் படிந்த சரிவு.
4. கீழேயுள்ள தேய்வு அடையும் சரிவு.

கீழ்ப் பகுதியில் மென்சரிவுள்ள நிலப்பரப்புத் தோன்றுகிறது. இந்நிலப்பரப்பு நாளடைவில் பெடிமெண்டாக மாறுகிறது. சிறிய ஓடைகள் இப்பரப்பை அடையும்போது, அவைகளிலுள்ள நீர் எல்லாவிடத்தும் ஒரு மெல்லிய அடுக்காகப் பரவி வழிந்து ஓடுகிறது. இவ்வழி நீர்ப்பெருக்குகளால் அரிக்கப்பட்டு மென்மையான உட்குவிந்த சரிவு ஏற்படுகிறது. பெடிமெண்டின் பரப்பு மழைநீரை விரைவில் வழிந்து ஓட அனுமதிக்கிறது. ஆகையால், பெடிமெண்டுகள் எளிதில் அரிக்கப்படாமல் ஒரே நிலையில் நிலைத்து இருக்கின்றன. பெடிமெண்டுகள் பெரும்பாலும் நிலையாகவுள்ள நிலத்தோற்றங்கள் என்று கிங் (King) கருதுகிருர். இவை மிதவறட்சியுள்ள பிரதேசங்களில் நன்கு வளர்ச்சியடைகின்றன. பெடிமெண்டுகள் விரிவடைந்து ஒன்ருேடொன்று இணைந்து மலையடித்தட்டுச் சமவெளி (Pediplain) ஏற்படுகிறது. மலையடித்தட்டுச் சமவெளியின் மேல் இங்குமங்குமாகச் செங்குத்துச் சரிவுள்ள மிகுதிக்குன்றுகள் இருக்கலாம். இவை தீவுக் குன்றுகள் (Inselberg) எனப்படும்.

ஆப்பிரிக்காவின் சவானுப் பிரதேசங்களில் தீவுக் குன்றுகள் சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. இவைகளின் உயரத்தில் வேறுபாடுகள் இருக்கும். இவை பரந்த சமவெளியி

னின்று, தனித்துத் தீவுகளைப்போல் ஓங்கி நிற்பதால்தான், தீவுக் குன்றுகள் என்ற பெயர் பொருத்தமானதாகும். இக் குன்றுகளின் உச்சிப் பகுதிகள் குமிழ் வடிவமாயும், மண்ணடுக்கு அல்லது தாவர மூட்டத்தால் மூடப்படாதவையாயும் தோன்றுகின்றன. சில தீவுக்குன்றுகள், அரிபடாப் பாறையாலானவை. இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரைச் சமவெளியிலுள்ள சில தீவுக்குன்றுகள் குவார்ட்ஸைட் பாறைப் பிரதேசத்தில் இருக்கின்றன. சில விடங்களில் தீவுக்குன்றுகளுக்கும், அவைகளை அடுத்துள்ள சமவெளிகளுக்கும் பாறை வகையில் வேறுபாடு இருப்பதில்லை. பரந்த சமவெளிகளும், இங்குமங்கும் சிதறிய தீவுக்குன்றுகளும் உள்ள நிலத்தோற்றம் மித வறட்சியுள்ள பிரதேசத்தில்தான் சிறப்பாகக் காணக்கிடைக்கிறது. இப்பிரதேசங்களில் ஓடும் நீரின் அரிப்பு, வறண்ட பிரதேசத்தைவிட அதிக அளவில் செயல்படுகிறது. பரந்த சமவெளிகள் அருவிகளின் பக்கவாட்டு அரிப்பால் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும். தென் இந்தியாவில், தீவுக்குன்றுகளுடைய நிலத்தோற்றம் (Inselberg landscape) பொதுவாக ஆண்டுக்கு 60 முதல் 125 செ. மீ. மழை பெய்யும் பிரதேசத்தில் காணப்படுகிறது என்று க்ரெப்ஸ் (Krebs) கூறினர். வறண்ட பிரதேசங்களிலுள்ள தீவுக்குன்றுகளுடைய நிலத்தோற்றங்களைப் பண்டைய (Relict) நிலத்3தாற்றங்களாகக் கருதலாம். தென் ஆப்பிரிக்கா மற்றும் ரொடீஷியா (Rhodesia) விலுள்ள தீவுக்குன்றுகளுடைய நிலத்தோற்றங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. முற்காலத்தில் மழையளவு அதிகமாயிருந்தபோது, தீவுக்குன்றுகளும், சமவெளிகளும் தோன்றின. இப்பொழுது, மழை மிகக் குறைந்து பிரதேசம் வறட்சி யடைந்துள்ள போதும், முன்பு உண்டான நிலத்தோற்றங்கள் மாருமல் இருக்கின்றன. தீவுக்குன்றுகளுடைய நிலத்தோற்றங்கள் தென் அமெரிக்கா, மற்றும் ஆஸ்திரேலியா கண்டங்களின் சவாஞ பிரதேசத்திலும் உள்ளன.

16. பனியாறுகள்

பனியும் பனிக்கட்டியும் மெதுவாக நகர்ந்து போவதைப் பனியாறுகள் எனலாம். பனிமழை பெய்யும் பிரதேசங்களில் தான் பனியாறுகள் தோன்றுகின்றன. படிப்படியாகப் பனி குவியும் பனிக்களங்களிலிருந்து (Snow field) பனியாறுகள் தோன்றுகின்றன. குளிர்காலத்தில் பெய்யும் பனி மழையின் அளவு, கோடை காலத்தில் உருகும் பனியின் அளவைவிட அதிகமாயிருந்தால்தான், பனி மிகுந்து இருக்கும். பனியின் அளவு படிப்படியாக அதிகமாகிறது. இந்தச் சூழ்நிலை, பிரதேசத்தின் தட்பவெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு இருக்கும். தட்பவெப்பநிலையில் மாறுதல் ஏற்பட்டால் பிரதேசத்தில் இருக்கும் பனியின் அளவும் மாறுபடும்.

பனியளவு அதிகமாவதற்குத் தக்க சூழ்நிலை, அதிக உயரமாயுள்ள மலைத்தொடர்களிலும், உயர்ந்த அட்சரேகைப் பிரதேசங்களிலும் இருக்கிறது. மலைத்தொடர்களில், குறிப்பிட்ட உயரத்திற்குமேல், பனிப்போர்வை நிலத்தின் மேல் நிலையாக இருக்கும். இந்த உயரத்தைப் பனிக்கோடு (Snow line) என்கிறார்கள். பனிக்கோட்டின் உயரம் (கடல் மட்டத்திற்கு மேல்) பல காரணங்களால் பாதிக்கப்படுகிறது. அட்சரேகையின் அளவு குறைவாயுள்ள பிரதேசங்களில் வெப்பம் அதிகமாயிருப்பதால், பனிக்கோட்டின் உயரம் அதிகமாய் இருக்கிறது. உதாரணமாகப், பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில், கடல் மட்டத்திலிருந்து சுமார் 17,000 அடி உயரத்தில் பனிக்கோடு இருக்கிறது. அட்சரேகையின் அளவு அதிகமாயுள்ள பிரதேசங்களில் பனிக்கோடு தாழ்ந்து இருக்கிறது. ஏனெனில், கடல் மட்டத்தில் வெப்பநிலை குறைவாயிருக்கிறது. துருவ மண்டலத்தில் பனிக்கோடு கடல் மட்டத்தில் இருக்கிறது.

ஒரு பிரதேசத்திலுள்ள மலைத்தொடரில் பனிக்கோட்டின் உயரம் எல்லாவிடத்தும் ஒரே நிலையாக இருக்காது. சூரிய ஒளிக்கு எதிராக உள்ள மலைச்சரிவுகளில் பனி உருகுதல்

அதிகமாயிருப்பதால், பனிக்கோடு உயரமாய் இருக்கும். சூரிய ஒளிக்கு மறைவாக இருக்கும் சரிவுகளில் பனி அதிகமாக உருகாததால், பனிக்கோடு தாழ்ந்து இருக்கும். உதாரணமாக, ஆல்ப்ஸ் (Alps) மலைத்தொடரில் தெற்கு நோக்கிய சரிவுகளில் சூரிய ஒளி வீசுவதால் பனிக்கோடு உயர்ந்தும், வடக்கு நோக்கிய சரிவுகள் நிழலில் இருப்பதால் அங்கே பனிக்கோடு தாழ்ந்தும் இருக்கின்றன. காற்று வீசும் திசைக்கு எதிராக உள்ள மலைச்சரிவுகளில், பனிமழை அதிகமாகப் பெய்வதால், பனிக்கோடு தாழ்ந்தும், காற்றுக்கு மறைவாக உள்ள மலைச்சரிவுகளில், பனிமழை குறைவாயிருப்பதால் பனிக்கோடு உயர்ந்தும் இருக்கும்; உதாரணமாக, இமய மலைச் சரிவுகளில், தெற்கு நோக்கிய சரிவுகளில் பருவக் காற்று வீசுவதால், பனிமழை அதிகமாகப் பெய்கிறது. இச் சரிவுகளில் பனிக்கோடு தாழ்ந்து இருக்கிறது. திபெத்தை யடுத்துள்ள வடக்கு நோக்கிய சரிவுகள் காற்றுக்கு மறைவாக இருப்பதால் அங்குப் பனிக்கோடு உயர்ந்து இருக்கிறது. வறண்ட பிரதேசங்களைக் காட்டிலும் ஈரப்பிரதேசங்களில் பனிக்கோடு தாழ்ந்து இருக்கும். தென் அமெரிக்காவிலுள்ள ஆண்டீஸ் (Andes) மலைத்தொடரில், பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் பனிக்கோடு தாழ்ந்தும், அயனமண்டலப் பாலை நிலப் பிரதேசத்தில் உயர்ந்தும் இருக்கிறது.

பனியாறுகளின் தற்போதைய பரவல், இக்காலத்தின் காலநிலையைப் பொருத்து இருக்கிறது. முற்காலத்தில் பனியாறுகளும், பனிக்களங்களும் பெரிய அளவில் இருந்தன என்று தெரிய வருகிறது. உதாரணமாகப் பனிப்பரவலால் ஏற்பட்ட நிலத்தோற்றங்களைத் தற்போது பனியால் மூடப் படாத இடங்களிலும் காணலாம். கடந்த ப்ளேயிஸ்டோஸீன் (Pliestocene) காலத்தில் ஐரோப்பாவில் 3·2 மில்லியன் சதுர கிலோ மீட்டர்களும், வட அமெரிக்காவில் சுமார் 6·4 மில்லியன் சதுர கிலோ மீட்டர்களும் பனிப்போர்வையால் மூடப்பட்டிருந்தன. இக்காலத்தைப் பனியுகம் (Ice Age) எனலாம். பனியுகத்தில் பனியாறுகளின் செய்கையால் தோன்றிய நிலத்தோற்றங்கள், பனியுகத்திற்குப் பிறகு பனியாறுகள் உருகியதால், ஆறுகளின் அரிப்பால் மாறுதலடைந்திருக்கின்றன. கடந்த ப்ளேயிஸ்டோஸீன் காலத்திலிருந்த பனியுகம் தனித்தன்மை வாய்ந்ததன்று. புவியின் சரித்திரத்தில் பனியாறுகளின் பரவல் இரண்டு காலங்களில் மிகப்பெரிய அளவிலும், ஆறு காலங்களில் குறைந்த அளவிலும் இருந்ததாகப் பல சான்றுகளிலிருந்து அறியலாம். தற்போது பனி

யாறுகளின் பரவல் குறைந்து இருந்தாலும், முற்காலத்தில் பனியாறுகளால் மூடப்பட்ட பிரதேசங்களிலும், பனியாறுகளின் செய்கையைப் பல சான்றுகளிலிருந்து அறியலாம்.

பனியாறுகளின் பரவல், பனியுகங்களில் அதிகமாக இருந்ததற்குப் பல காரணங்கள் உள. ஆனால் இக்காரணங்களைப் பற்றிப் பல கருத்து வேற்றுமைகள் இருக்கின்றன. சில கொள்கைகள் சூரியனிடமிருந்து புவிக்கு வந்து சேரும் ஒளிக்கதிர்களின் அளவில் மாறுபாடுகள் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று கருதுகின்றன. மற்றுஞ் சில கொள்கைகள் சூரியனிடமிருந்து புவியை வந்து சேரும் ஒளிக்கதிர்களின் அளவில் மாறுபாடு இருந்ததில்லையென்றும், ஆனால் இவ்வொளிக் கதிர்களின் பிரதேசப் பரவலில் மாறுபாடு இருந்தது என்றும் கருதுகின்றன. சூரிய ஒளிக் கதிர்களின் பிரதேசப் பரவல், கண்டங்களின் பரப்பிலும் உயரத்திலும் உள்ள வேறுபாடுகளாலும், வளிமண்டலத்திலுள்ள வாயுக்களின் கலவையில் வேறுபாடுகளாலும், கடல் நீரோட்டங்களின் மாற்றத்தாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. நிலப்பரப்புகளின் இடப்பெயர்ச்சியால் காலநிலை மண்டலங்களின் பரவல் மாறியிருக்கக் கூடும் என்று மற்றொரு கொள்கை கூறுகிறது. இம்மாதிரி பல கொள்கைகளைப் பற்றிய விரிவான விளக்கம் இப்பாடத்தின் நோக்கத்திற்கு அப்பாற்பட்டது.

இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி காலநிலை மாறுதல்களால் பாதிக்கப்படுவதால் பனிப்பரவல் தோன்றுகிறது என்று டேவிஸ் கருதினர். காலநிலை மாறுபடுவதால், வெப்பம் குறைந்து பனிமழை பெய்கிறது. வெப்பம் குறைந்து இருப்பதால், பனிக்கட்டி அதிகமாக உருகுவதில்லை. பனிக்களங்கள் பெருகிப் பனியாறுகள் தோன்றுகின்றன. பனியாறுகள் உண்டாகக் கூடிய காலநிலை மாறுதல்கள் நீண்ட காலம் நீடித்து இருப்பதில்லை. ப்ளீயிஸ்டோஸீன் பனியுகத்தில், நான்கு பனிக்காலங்களும் (Glacial periods) இவைகளுக்கிடையே நீண்ட இடைப் பனிக்காலங்களும் (Inter glacial periods) இருந்தன. பனிக்காலங்களின்போது வெப்பம் குறைந்தும் பனியாறுகளின் பரவல் மிகுந்தும் இருக்கும். இடைப் பனிக் காலங்களில் வெப்பம் அதிகமாகவும் பனியாறுகளின் பரவல் குறைந்தும் காணப்படும். பனிக் காலங்களில் உருவான நிலத்தோற்றங்கள் இடைப்பனிக் காலங்களில் ஆறுகளின் செய்கையால் மாற்றப்பட்டும், மீண்டும் அடுத்த பனிக்காலத்தில் பனியாறுகளால் அரிக்கப்

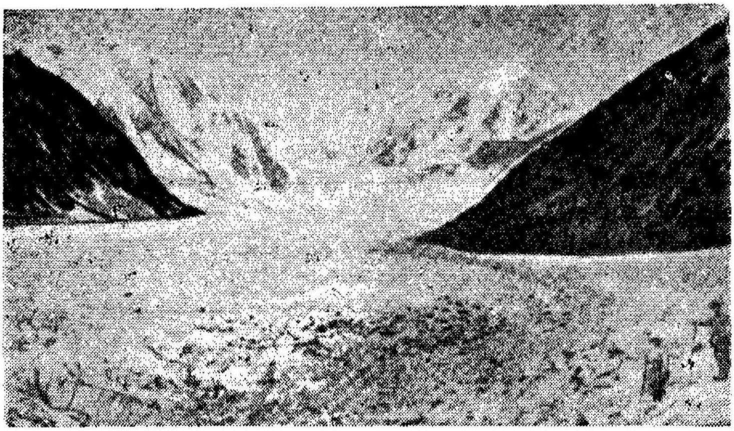
பட்டும் பாதிக்கப்படுகின்றன. கடைசியாகப் பனிக்காலம் சுமார் 10,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்புதான் முடிவடைந்தது. இதனுல்தான், இப்பனிக்காலத்தில் தோன்றிய நிலத்தோற்றங்கள் பிறகு தோன்றிய ஆறுகளின் அரிப்பால் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படவில்லை. இந்நிலத்தோற்றங்கள் பனியாறுகளின் செய்கையைத் தெளிவாக விளக்கும் உதாரணங்களாக இருக்கின்றன.

பனியாறுகளின் வகைகள்

பனியாறுகளை அவைகளின் தோற்றத்திற்குத் தக்கவாறு பனி அடுக்குகள் (Ice sheets) என்றும், பனி அருவிகள் (Ice streams) என்றும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். பனி அடுக்குகள் நிலப்பரப்பை இடைவிடாது மூடிவிடுவதால், முன்பு இருந்த நிலத்தோற்றங்களைக் காண முடியாது. பனி அடுக்குகளின் பருமன் ஆயிரக்கணக்கான அடிகளாகவும் இருக்கும். இவை துருவப் பிரதேசங்களில் பரந்து காணப்படுகின்றன. அண்டார்க்டிகா (Antarctica) கண்டத்தின் நிலப்பரப்பு முழுவதும், க்ரீன்லந்தின் (Greenland) முக்கால் பங்கும் பனி அடுக்குகளால் மூடப்பட்டு இருக்கின்றன. இப்பனி அடுக்குகள் சில மில்லியன் சதுர கிலோமீட்டர் பரவியிருப்பதால் இவற்றைக் கண்டப் பனியாறுகள் (Continental glaciers) என்று கூறுவர். ஐஸ்லாந்து (Iceland), நார்வே (Norway) நாடுகளின் சில பகுதிகளும், ஆர்க்டிக் (Arctic) சமுத்திரத்திலுள்ள சில தீவுகளும் சிறிய பனி அடுக்குகளால் மூடப்பட்டு இருக்கின்றன. இவற்றைப் பனிக்கவிப்பு (Ice cap) எனலாம். பெரிய மலைத்தொடர்களின் உயரமான மற்றும் மையத்திலுள்ள பகுதிகளில் பனி அடுக்குகள் இருக்கக்கூடும். இவை உயர்நிலப் பனியாறுகள் (Highland Glaciers) எனப்படும்.

பனி அருவிகள் மலைத்தொடர்களில் உள்ளன. இவை நிலப்பரப்பு முழுவதிலும் காணப்படுவதில்லை. இவை புவி ஈர்ப்பால் குறிப்பிட்ட பாதைகளில் நகர்கின்றன. முன்பு இருந்த நிலத்தோற்றங்களிலுள்ள பள்ளத்தாக்குகளும், தாழ்நிலங்களும் பனியால் நிரப்பப்பட்டு, அவைகளின் போக்கில் பனி அருவிகளும் நகர்கின்றன. பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் (Valley glaciers) பெரும்பாலும் நீளமாக இருப்பதில்லை. ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரிலுள்ள பனியாறுகளில் மிகப்பெரியது 16 கி. மீ. நீளமுள்ளது. இமயமலைப் பிரதேசத்தில், பெரிய பனிக்களங்கள் இருப்பதால், சில பனியாறுகள் 160 கி. மீ.

நீளமுடையவையாய் இருக்கின்றன. சிலவிடங்களில் மலைச் சரிவிலுள்ள பள்ளத்தாக்குகளின் தலைப்பகுதிகளில் மட்டும் பனியாறுகள் இருக்கும். இவற்றைச் சர்க்கு (Cirque) பனியாறுகள் எனலாம். பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் மலைச்



படம் 70. ஆல்டை (Altai) மலைத்தொடரில் மயான்சு பனியாற்றின் தோற்றம். பள்ளத்தாக்கின் தோற்றத்தைக் கவனிக்கவும்.

சரிவுகளின் அடிப்பாகத்தை அடைந்ததும், விரிவடைந்து ஒன்றோடொன்று இணைந்து, அகன்ற பனி அடுக்காகத் தோன்றலாம். இவை மலையடிப் பனியாறுகள் (Piedmont glaciers) எனப்படும். அலாஸ்காவில் மலையடிப் பனியாறுகளைக் காணலாம்.

அண்மையில் விழுந்த பனிப்படிவுகளில், பனிப்படலங்களுக்கு (Snow flakes) இடையே பல புரையிடங்கள் உண்டு. புதிய பனியின் அடர்த்தி 0·06 முதல் 0·16 வரை இருக்கும். மிகுந்த அளவில் பனிப்படிவுகள் ஒரே இடத்தில் குவிந்தால் மேலிருந்த படிவுகளின் அழுத்தத்தினால், உருகுவதும் மீண்டும் உறைவதும் ஏற்படுகிறது. பனிப்படலங்கள் பல கோணமுள்ள ஒரே அளவுடைய 0·1 முதல் 0·2 மி. மீ. வரை விட்டமுள்ள படிகங்களாக மாறுகின்றன. இப்படிகங்கள் படிப்படியாகப் பெரியவையாகி, சுமார் 1 மி. மீ. விட்டத்தை அடைகின்றன. இப்படிகங்கள் ஒன்றோடொன்று நெருங்கி இருப்பதால், புரையிடங்கள் குறைந்து விடுகின்றன. அடர்த்தி

0·45 ஆக அதிகரிக்கிறது. இந்தப் பனிப்படிகங்களாலான படிவுகளைப் பனிமணிகள் (Firn) எனலாம். பனிப்படிவுகளின் பருமன் அதிகமானுல், அழுத்தம் அதிகரித்து, படிகங்கள் மீண்டும் பெரியவையாகின்றன. படிகங்களுக்கு இடையேயுள்ள புரையிடங்கள் மிகக் குறைந்து, பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி 0·9 ஆகிறது. பனிமணிகளில் படைத்தளங்கள் தெளிவாக இருக்கும். ஒவ்வொரு படையும், குறிப்பிட்ட காலத்தில் விழுந்த பனிமழையைக் குறிக்கும். படைத்தளங்கள் முதலில் உண்டாகும்போது ஏறக்குறையக் கிடையாகவே இருக்கும். பனியாறுகள் நகரும்போது படைத்தளங்கள் சாய்க்கப்பட்டுக் கோணலாகின்றன. பனியாறுகளின் கீழ் அடுக்குகளில் பட்டைகளும் (Bands) காணப்படுகின்றன. இப்பட்டைகள் முன்பிருந்த படைத்தளங்களோடு இணையாக இருப்பதில்லை. பனிப்படிவுகள் பனிக்கட்டியாகி, பனியாறுகள் தோன்றுவதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அழுத்தம் தேவை. மித வெப்பப் பிரதேசங்களில், பனிக்கட்டியின் பருமன் 30 மீ. முதல் 45 மீ. வரையிருந்தால்தான் பனியாறுகள் தோன்றுகின்றன. சில பனிக்களங்களில், பனிக்கட்டியின் பருமன் குறைவாயிருப்பதால், அவைகள் பனியாறுகளாக மாறுவதில்லை. துருவப்பிரதேசங்களில், பனிக்கட்டிகளில் பல மீட்டர் ஆழம்வரை எதிர்மாறுன (Negative) வெப்பநிலையிருப்பதால், பனியாறுகளின் அசைவு தொடங்குவதற்கு அதிக அழுத்தம் தேவையாகிறது.

பனியாறுகளின் அசைவு

பனியாறுகள் பனிக்களங்களிலிருந்து மிகவும் மெதுவாக நகர்கின்றன. சராசரி ஒரு நாளுக்குச் சில செ. மீ. களோ மீட்டர்களோதான் நகரக்கூடும். க்ரீன்லாந்து (Green land) தீவின் மையத்திலிருந்து ஓரங்களுக்கு வரும் பனியாறுகளில் சில நாளுக்கு 2 முதல் 26 மீட்டர்வரை நகர்கின்றன. எல்லாப் பனியாறுகளும் ஒரே வீதத்தில் நகருவதில்லை. ஒரே பனியாற்றின் வெவ்வேறு பாகங்கள் வேறுபட்ட விகிதத்தில் நகர்கின்றன. பனியாறுகள் நகரும் வீதம், நடுப்பகுதியில் அதிகமாயும் பக்கங்களில் குறைந்தும் இருக்கிறது என்று அகாஸிஸ் (Agassiz) கண்டறிந்தார். பனியாறுகளின் நகர்தல், பள்ளத்தாக்கின் பக்கங்களோடும் தரையோடும் உராய்வதால் தடைப்படுகிறது. பனியாறுகளின் சுமையளவு அதிகமாகுலும், அவை நகரும் வீதம் குறைந்து விடுகிறது. ஒரேயிடத்தில் பனியாறுகள் நகரும் வீதம் காலத்திற்கும் பருவத்திற்கும்

ஏற்ப மாறுகிறது. கோடைகாலத்தில், பனிக்கட்டி சிறிதளவு உருகுவதால் ஏற்படும் தண்ணீர் பனியாறுகள் நகருவதை அனுமதிக்கிறது. உருகுவதால் ஏற்படும் தண்ணீர் இல்லாத வறண்ட பனியாறுகள் அசையாமல் இருக்கின்றன. மித வெப்பப் பிரதேசத்திலுள்ள பனியாறுகளைவிட, மிகக் குளிர்ந்த பிரதேசத்திலிருக்கும் பனியாறுகள் மிகவும் மெதுவாக நகர்கின்றன. பனியாறுகள் புவி ஈர்ப்பின் விசையாலும், பனிக்கட்டிகளிலுள்ள அழுத்தத்தின் வேறுபாடுகளாலும் நகரக்கூடும். பனிக்கட்டிகளிலுள்ள அழுத்தத்தின் வேறுபாடுகளால் கிடையான நிலத்திலும், நிலச்சரிவுக்கு எதிர்த்திசையிலும், பனியாறுகள் நகர்கின்றன.

பனியாறுகளின் அசைவைப் பற்றிப் பல கருத்துக்கள் உள. பனியாறுகளின் அசைவு களிமயப்போன்ற பொருள்களாலான அருவிகளின் அசைவைப்போல் இருக்கிறது என்று போர்பஸ் (Forbes) கருதினர். ஆனால், டிண்டால் (Tyndall) என்பவர் பனியாறுகள் திடமான படிகங்களைக் கொண்ட பனிக்கட்டிகளாய் இருப்பதால் களியைப் போன்ற அசைவைக் கொண்டவை அல்ல என்றார். பனியாறுகளிலுள்ள பனிக்கட்டி திடமாயும், எளிதில் உடையக்கூடியதாயும் இருக்கிறது. ஆகையால், சில விடங்களில் முறிவு (Shear) ஏற்பட்டு, அதன் வழியாகச் சிறிது அசைவும், பிறகு உறைவதும் நிகழ்கின்றன எனலாம். பனியாறுகளின் மேற்பரப்பில் வெடிப்புகளும் (Crevasses) கீழ்ப்பகுதிகளில் முறிவுத் தளங்களும் (Shear planes) இருப்பது இக்கொள்கைக்குச் சான்றுகள் ஆகும்.

இருவகையான அசைவுகளும் உள்ளன என்று டெமரெஸ்ட் (Demorest) செய்த ஆராய்ச்சியிலிருந்து தெரிகிறது. பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் சாய்வு, தரையின் உராய்தலால் ஏற்படும் தடையை மீறும் வகையில் இருந்தால், பனியாறு அருவியைப்போல அசைகிறது. பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் சாய்வு செங்குத்தாக இருந்தால், பனிக்கட்டி மேலிருந்து கீழே விழுகிறது. இவ்வகையான அசைவு, புவிஈர்ப்பு அசைவு (Gravity flow) எனப்படும். பனியாற்றின் அசைவு, பாறை போன்ற தடைகளால் பாதிக்கப்பட்டால், பனிக்கட்டி சில விடங்களில் முறிந்து, முறிவுத் தளங்களின் வழியாகச் சிறிது சிறிதாக அசைகிறது. முறிவுத்தளங்கள் மேல்நோக்கியவாறும் முன் நோக்கியவாறும் அமைந்திருக்கும். பனியாற்றின் பரப்பில் முறிவுத்தளங்கள் வெடிப்புகளாகத் தோன்று

கின்றன. பனிக்கட்டியின் அடிப்பாகத்தில் முறிவுத்தளங்கள் உள்ள இடத்தில் நீலநிறமுள்ள பட்டைகளைக் காணலாம். பனியாறுகளின் மற்றொருவகையான அசைவு தள்ளல் (Extrusion) அசைவு எனப்படும். நிலத்தின் சாய்வு குறைவாயிருப்பதால், புவி ஈர்ப்பு விசை உராய்தலால் ஏற்படும் தடையை மீறமுடியாதபோதும், பள்ளத்தாக்குப் படுகை பள்ளமாக இருக்குமிடங்களிலும், இவ்வகையான அசைவு ஏற்படுகிறது. பனிக்கட்டியின் பருமன் போதியஅளவு இருக்குமிடத்திலும், அதன் பரப்பில் சரிவு அதிகமாயிருந்தாலும், பனிக்கட்டியிலுள்ள அழுத்தத்தின் வேறுபாடுகளால் இவ்வகையான அசைவு தொடங்குகிறது. பனியாற்றின் அடிப்பகுதியில்தான் வேகம் அதிகமாயிருக்கும். இவ்வகை அசைவு புவிஈர்ப்பு அசைவைவிட வேகமாக நிகழ்கிறது. பனியருவிகள் புவிஈர்ப்பு அசைவால்தான் பெரும்பாலும் நகர்கின்றன. பனி அடுக்குகளின் அசைவு பனிக்கட்டியிலுள்ள அழுத்த வேறுபாடுகளால் ஏற்படுகிறது. பனி அடுக்கின் பருமனில் உள்ள வேறுபாட்டிற்கு ஏற்ப அழுத்தத்திலும் வேறுபாடு இருக்கும். பனியடுக்கின் பரப்பிலுள்ள சாய்வைப் பொருத்து அதன் அசைவின் வீதமும், திசையும் இருக்கும். பொதுவாக, அதிகத் தடிப்புள்ள பகுதியிலிருந்து, வெவ்வேறு திசைகளுக்கும் பனியடுக்குகள் அசைகின்றன. பனியடுக்கின் சில பகுதிகள், அடியிலுள்ள நிலத்தின் சரிவுக்கு எதிராகவும் நகரலாம். அப்படி நகரும் போது அத்திசையில் பனியடுக்கின் மேற்பரப்பில் சாய்வு அதிகமாயிருக்க வேண்டும். கீழேயுள்ள நிலத்தின் சரிவும், பனியடுக்கின் பரப்பின் சரிவும் ஒரே திசையில் இருந்தால் அசைவு வேகமாகவும், குறிப்பிட்ட பாதையிலும் ஏற்படுகிறது. பனியடுக்குகள் நகரும் திசையில் தடையிருந்தால், பனிக்கட்டி சிலவிடங்களில் முறிவடைந்து, முறிவுத்தளங்களின் வழியாக அசைவு ஏற்படுகிறது. இதைத் தடைப்பட்ட தள்ளல் அசைவு (Obstructed-extrusion flow) எனலாம். க்ரீன்லாந்திலுள்ள பனியடுக்குகளின் அசைவு மலைச்சரிவுகளால் தடைப்படும் இடங்களில் இவ்வகையான அசைவு தோன்றுகிறது.

பனியாறுகளின் அசைவு வீதம் அங்குக் குவியும் பனியின் அளவைப் பொருத்து இருக்கும். ஒரு பனிக்களத்தில் குவியும் பனியின் அளவு, அக்களத்தின் பரப்பிற்கும், பனிமழையினளவுக்கும், உருகுவதற்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாட்டிற்குத் தகுந்தவாறு இருக்கும். பனியருவிகளுக்குப் பனி மூன்று வகையில் கிடைக்கிறது. 1· பனிமழை பெய்தல்.

2. பக்கத்திலுள்ள மலைச் சரிவுகளிலிருந்து பனிச்சரிவு (Avalanche) ஏற்படுதல். 3. பக்கத்திலுள்ள பிரதேசங்களிலிருந்து காற்றின் செய்கையால் பனி கொண்டுவருதல். பிரதேசத்திலுள்ள நிலத்தோற்றங்களும், சூரிய வெப்பத்தின் பரவலும், பனிக்களத்தில் சேரும் பனியளவைப் பாதிக்கின்றன. பனியாறுகளின் மேலுள்ள குளிர்ந்த வளிப்பகுதியின் (Airmass) ஓரங்கள் துருவவளிமுகமாக (Podar front) இருப்பதால், கடல் வளிப்பகுதிகள் (Maritime airmasses) மேலே உந்தப்பட்டுக் குளிர்ச்சியடைந்து பனிமழை பெய்கிறது. உருகுவதைவிட அதிக அளவில் பனிசேரும் பிரதேசத்தைப் பனி ஊட்டப் பிரதேசம் (Zone of alimentation) எனலாம். உருகுவதாலும், ஆவியாதலாலும் பனியாறுகள் அழிந்து விடுகின்றன. இச்செய்முறை பனி அழிதல் (Ablation) எனப்படும். பனியாறுகள் விரைவில் அழிந்துவிடும் பிரதேசத்தைப் பனி அழியும் பிரதேசம் (Zone of ablation) என்கிறார்கள்.

பனியாறுகளை இயங்கும் (Active) பனியாறுகள், இயங்காப் (Inactive) பனியாறுகள், இறந்த பனியாறுகள் என்று மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இயங்கும் பனியாறு பனி ஊட்டப் பிரதேசத்தில் இருக்கும்; இது மெதுவாக முன்னேக்கி நகர்கிறது. பனிமழை அதிகமாகப் பெய்வதாலோ, குறைந்த வெப்பநிலையால் ஆவியாதலும், உருகுவதும் குறைந்ததாலோ, பனியாறுகள் முன்னேறுகின்றன. அசையாமல் பனி ஒரே இடத்தில் இருக்கும் பனியாறுகள் இயங்காப் பனியாறுகள் ஆகும். பனிமழை பெய்யும் அளவு, உருகுவதாலும், ஆவியாதலாலும் ஏற்படும் நஷ்டத்திற்குக் குறைவாகவே நீண்ட காலம் இருந்தால், பனியாறு மெலிந்து, பின்னடைகிறது. இதை இறந்த பனியாறு எனலாம். பனியழிதல் பனியாற்றின் விளிம்பில் மட்டும் நிகழ்வதில்லை. பனியாற்றின் முழுப்பகுதியிலும் அழிதல் ஏற்பட்டாலும், விளிம்பின் அருகே தான் அதிகமாக இருக்கிறது. ஏனெனில், மற்ற விடங்களில் பனி ஊட்டம் அழிதலைவிட அதிகமாயிருக்கும். பனியாற்றின் விளிம்பு பின்னடைவதும், மெதுவாகவே நிகழ்கிறது.

மெதுவாக மற்றும் மிகச் சிறிய அளவில் ஏற்படும் கால நிலை மாறுதல்களையும் பனியாறுகள் பிரதிபலிக்கின்றன. இப்பொழுது பெரும்பாலான பனியாறுகள் பின்னடையும் (Recession) நிலையில் உள்ளன. ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரில் இப்

பின்னடைதல் 19ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் தொடங்கியிருக்கிறது. மனித வரலாற்றுக் காலத்தில் பல சிறிய அளவான முன்னேற்றங்களும், பின்னடைதல்களும் நடந்திருக்கின்றன. சுமார் 4000 முதல் 6000 ஆண்டுகளுக்கு முன், மத்திய அட்சரேகைப் பகுதியிலிருந்த மிகப்பல பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் (Valley glaciers) வெப்பமான காலநிலையின் காரணமாக உருகி அழிந்துவிட்டன என்றும், இதையடுத்துச், சில காலம் பனியாறுகள் வளர்ந்து முன்னேறின என்றும், தற்சமயம் பின்னடையும் நிலையில் உள்ளன என்றும் கருதப்படுகிறது.

பனியாறுகளின் அரிப்பு

பனியாறுகள் அவைகளின் பரப்பில் மேலும் கீழும் சிதைந்த பாறைத்துகள்களைக் கொண்டு செல்கின்றன. இப்பாறைத்துகள்கள் மலைச்சரிவுகளிலுள்ள பாறைகள் சிதைவதால் ஏற்பட்டவை. சிதைந்த பாறைத்துகள்கள் சரிவின் மேல் சரிந்து பனியாற்றை அடைகின்றன. அதிக எடையுள்ள துகள்கள், பனியாற்றில் மூழ்கிக், கீழே சென்று படுகையில் குவிகின்றன. பனியாறு நகரும்போது, இப்பொருள்களும் படுகையில் இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. பெரிய துகள்கள் இழுத்துச்செல்லும் வழிகளில் நீண்ட பள்ளங்கள் தோன்றுகின்றன. இப்பள்ளங்கள் (Grooves) படுகையிலும் பள்ளத்தாக்குப் பக்கங்களிலும் இருக்கும். இதன் பயனாகப் பெரிய துகள்கள் தேய்ந்து சிறியவையாகின்றன. பனியாற்றில் பதிந்துள்ள சிறிய பாறைத்துகள்கள், இழுத்துச் செல்லப்படும்போது, அவை மணற்காகிதத்தைப் போலத் தரையைத் தேய்த்து, அதிலுள்ள ஒழுங்கீனங்களை நீக்குகின்றன. பாறைப்படுகை வழவழப்பாகவும் மெருகுபோட்டதுபோலவும் ஆகிறது. பனியாற்றில் பதிந்துள்ள பாறைத்துகள்கள், பள்ளத்தாக்கின் தரையோடும், பக்கங்களோடும் உராய்வதால், அவை தேய்ந்து நுண்ணியபாறைப்பொடி உண்டாகிறது. பனியாறுகளின் முன்பக்கம் உருகும்போது தோன்றும் அருவிகளில் பாறைப்பொடி அதிக அளவில் இருக்கும். இதனால் இவ்வருவிகளில் ஓடும் நீர் பால் போல் வெண்மையாக இருக்கும். முன் காலத்தில் பனியாறுகள் நகர்ந்த பிரதேசங்களிலுள்ள பாறைகளில் கீறுகளையும் (Striae) நீண்ட பள்ளங்களையும் (Grooves) காணலாம். பனியாறுகள் முன்பு பரவியிருந்த பிரதேசங்களில், மண்ணடுக்கு இருக்காது. ஏனெனில், பனியாறுகள் நகரும்போது அவைகளில் பதிந்

துள்ள பொருள்கள், மண்ணடுக்கையும் கொண்டு செல்கின்றன. இவ்வகையான அரிப்புப் பனியாறுகள் நகரும் வேகத்தையும், அவைகளின் பருமனையும் பொருத்து இருக்கும். அரிப்பின் வீதம், பனியாறுகள் படுகையில் நகரும் வேகத்தின் குழிப்பெருக்கத்தின் (Cube) வீத அளவை ஒத்து இருக்கும் என்று மதிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. பனியடுக்கின் பருமனான பகுதிகள் விரைவில் நகர்கின்றன; மெல்லிய பகுதிகள் ஒரே இடத்தில் தேங்கி நிற்கின்றன.

பனியாறுகளின் தேய்தலால் ஏற்படும் அரிப்பு நிலத் தோற்றத்திலுள்ள ஒழுங்கீனங்களை அகற்றுகிறது. ஆனால் பனியாறுகளின் பறிக்கும் செயல் (Plucking action) நிலப் பரப்பில் ஒழுங்கீனங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. பனியாற்றுப் படுகையிலும், பக்கச் சரிவுகளிலும் உள்ள பாறைத் துகள்கள், பனிக்கட்டியுடன் உறைந்துவிடுகின்றன. பனியாறுகள் நகரும்போது, இத்துகள்கள் பறிக்கப்பட்டுப் பனியாறுகளில் பதிந்துவிடுகின்றன. இணைப்புகளுள்ள பாறைகள் பறிக்கும் செயலால் மிகவும் பாதிக்கப்படுகின்றன. பனி உருகுவதால் ஏற்படும் நீர் இணைப்புகளின் வழியாகக் கசிந்து விடுகிறது. இந்நீர் உறைந்துவிடும்போது, இணைப்புகள் அகலமாகிப் பாறைத்துகள்கள் இடம் பெயர்ந்து, பனியாற்ருேடு இணைந்து உறைந்துவிடுகின்றன. பனியாற்றுப்படுகையில் தடையாக நிற்கும் பாறைகளின் எதிர்ப்புறத்திலிருந்து பாறைத்துகள்கள் பறிக்கப்படுகின்றன. தடையாக நிற்கும் பாறையின் முன்பக்கத்தில், பனியாற்றின் கீழ்ப்பகுதியில் அழுத்தம் அதிகரிப்பதால், சிறிதளவு உருகுதல் ஏற்படுகிறது; பாறையின் பின்பக்கத்தில், அழுத்தம் குறைவதால், உருகிய நீர் மீண்டும் உறைந்து பாறைத்துகள்கள் பறிக்கப்படுகின்றன. பாறைகள் பறித்துச் செல்லப்படுவதால் தோன்றும், மேடு பள்ளமான நிலப்பரப்பு, இச்செய்கை மீண்டும் செயல்படுவதற்கு உதவுகிறது. பனியாற்றின் பாறைகளைப் பறிக்கும் செயல், தேய்தலால் ஏற்படும் அரிப்புக்கு வேண்டிய பாறைப் பொருள்களைக் கொடுக்கிறது.

பனியாறுகளால் ஏற்படும் அரிப்பு, ஆற்றின் அரிப்பைப் போலச் செயல்படும் திறமையுடையதா என்பதைப் பற்றிக் கருத்து வேறுபாடு இருந்திருக்கிறது. பனியாறுகள் அவைகளால் மூடப்பட்ட நிலப்பரப்பை இயல்பான அரிப்புச் செய்முறைகளிலிருந்து அரிக்கப்படாமல் காப்பாற்றுகின்றன என்று சிலர் கருதுகிருர்கள். பல பாறைகளைக்காட்டிலும்

பனிக்கட்டி மிருதுவானது; அதில் பாறைத்துகள்கள் பதிந்திருந்தாலும் அதற்குப் படுகையை ஆழமாக்கும் திறமை மிகக்குறைவு என்பது இவர்களுடைய கருத்து. இக்கொள்கையுடையவர்கள், பனியாறுகளின் திறமையால் நிலப்பரப்பிலுள்ள ஒழுங்கீனங்கள் அகற்றப்பட்டு, பாறைப் பரப்பு மெருகிடப்படுகிறது என்பதை மறுப்பதில்லை. பனியாறுகள் ஆறுகளைப்போல அரிக்கும் திறன் பெற்றவை அல்லவாகையால், அவைகளால் மூடப்பட்ட நிலப்பரப்பு அதிகமாக அரிக்கப்படுவதில்லை. பனிக்கட்டி பரவியுள்ள பிரதேசங்களின் நிலத்தோற்றங்கள், ஆறுகளின் அரிப்பிலிருந்து நிலம் பாதுகாக்கப்படுவதால் தோன்றியவையாகும் என்கிறுர்கள்.

இதற்கு மாருகப், பனியாறுகளின் அரிக்கும் திறனை எடுத்துக்காட்டுவதற்குப் பல சான்றுகள் உள. பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் பெரிய அளவும், பெரிய பாறைப் பள்ளங்கள் (Rock basins) பரப்பில் இருப்பதும், மண்ணடுக்கு இல்லாத நிலப்பரப்பும், அரிப்புத் திறனை எடுத்துக்காட்டுகின்றன. மற்ற அரிப்புச் செய்முறைகளைப் போலவே, பனியாறுகளும் எல்லாவிடங்களையும் ஒரேயளவில் அரிப்பதில்லை. சிலவிடங்கள் எளிதில் அரிக்கப்படுகின்றன. மற்ற விடங்களில் முன்பிருந்த நிலத்தோற்றங்கள் அரிக்கப்படாமல் நிலைத்து இருக்கின்றன. அதிகப் பருமனுள்ள பனியாறுகள், அதிகச் சரிவுள்ள நிலப்பரப்பில் கீழே நகர்ந்து வரும்போது அரிப்பு வீதம் உச்ச நிலையில் இருக்கும். ஆனல் மெலிந்த தொடர்ச்சியான பனி அடுக்கு, மேடுபள்ளங்களற்ற மென்சரிவுடைய நிலப்பரப்பின் மேல் இருந்தால் அது அப் பரப்பை அரிக்காமல் பாதுகாக்கிறது. இவ்வகையில் சிலவிடங்களில் அரிப்புத்-திறன் கொண்டவையாயும் மற்றும் சிலவிடங்களில் பாதுகாக்கும் திறன் பெற்றவையாயும் பனியாறுகள் செயல் புரிகின்றன. பனியடுக்குகளால் மூடப்பட்ட பிரதேசத்தை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன: 1. அரிப்பிலிருந்து பாதுகாக்கப்படும் மையப்பகுதி, 2. அரிப்பு அதிக அளவில் ஏற்படும் இடைப்பகுதி, 3. படிவுகள் குவியும் விளிம்புப்பகுதி. கடந்த பனியுகத்தில் பனியாறுகளால் மூடப்பட்ட பிரதேசங்களில் தோன்றியுள்ள நிலத்தோற்றங்கள், பனியாறுகள் மற்றும் ஆறுகள், இவ்விரண்டின் அரிப்பால் ஏற்பட்டவை. ஏனெனில், குறுகிய பனிக்காலங்களில் பனியாறுகளும், நீண்ட இடைப்பனிக் காலங்களில் ஆறுகளும் அப் பிரதேசங்களில் இயங்கி வந்தன.

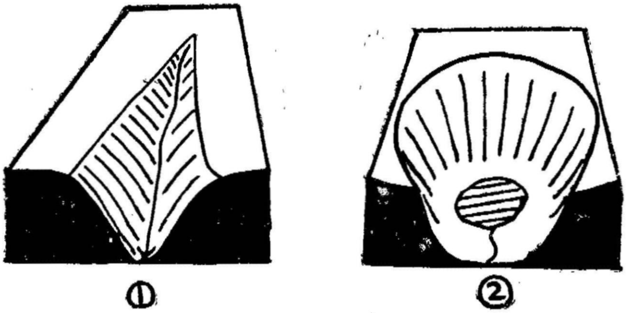
மலைப் பனியாறுகள் (Alpine Glaciers)

மலைப்பிரதேசத்தில் பனியாறுகளின் பரவல் காலநிலை மாறுபடுவதாலோ, புவி அசைவுகளாலோ தொடங்கலாம். காலநிலை மாறுபடுவதால் வெப்பம் உறைநிலைக்குக் கீழே குறையும்போது, மழை நீராகப் பெய்யாமல் பனியாகப் பெய்யும். அதனால் மலைச்சரிவுகளில் பனி குவிந்து, பனிக் கோட்டின் உயரம் குறைந்து விடுகிறது. காலநிலை மாறுபாடு இல்லாமல், புவி அசைவுகளால் மலையின் உயரம் பனிக் கோட்டின் மட்டத்திற்குமேல் உயர்த்தப்பட்டால், பனிமழை பெய்து பனியாறுகள் தோன்றும். புவி அசைவுகளுக்கு முன்பு மலையின் உயரம் பனிக்கோட்டின் மட்டத்தைவிடக் குறைந் திருக்கும். எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்பட்ட லாவா முதலிய பொருள்கள் படிப்படியாகக் குவிந்து, எரிமலையின் உயரம் அதிகமாகிப் பனிக்கோட்டின் மட்டத்திற்கு மேல் உச்சிப் பகுதி தோன்றலாம். மலைப்பிரதேசத்தில் எல்லாவிடத்தும் பனியடுக்கின் பருமன் ஒரேயளவில் இருக்காது. பள்ளத் தாக்குகளிலும், பள்ளங்களிலும் பனி அதிகமாகக் குவிந்து இருக்கும்; செங்குத்தான மலைச்சரிவுகளில் பனி இருக்காது. பனி அதிக அளவில் சேகரிக்கும் இடங்கள், முதல் நிலப்பரப் பின் தோற்றத்திற்கு ஏற்ப அமையும். எரிமலைப் பிரதேசங் களில், மலைச்சரிவிலுள்ள மேடு பள்ளங்கள், எரிமலைப் பொருள்கள் படிவதில் உள்ள வேறுபாடுகளைப் பொருத்து இருக்கும். பனி குவியும் பள்ளங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை யில் அமைந்திருக்கமாட்டா. பனிப்பரவலுக்கு முன்பு அருவி களால் அரிக்கப்பட்ட மலைப்பிரதேசங்களில், பள்ளத்தாக்கு களின் தலைப்பகுதிகள் பனி சேகரிப்பதற்குத் தக்க இடங் களாகின்றன. பள்ளத்தாக்குகளின் தலைப்பகுதிகளின் எண் ணிக்கையும், அவைகளின் பரவலும், பனிப்பரவலுக்கு முன்பு இருந்த சூழ்நிலைகளைப் பொருத்து இருக்கும்.

சர்க்குகள்

மலைச்சரிவுகளுள்ள பள்ளத்தாக்குகளின் தலைப்பகுதிகள் அரைப்புனல் (Half funnel) வடிவமானவையாயும் மென் சாய்வு கொண்டவையாயும் இருக்கின்றன. இவைகளில் பனி குவிந் தால் அப்பள்ளங்களின் ஓரங்கள் உருகுவதாலும் உறைவதா லும் அடுத்தடுத்துப் பாதிக்கப்படுகின்றன. உறைபனிச் செய் கையால் பாறைகள் சிதைந்து விடுகின்றன. பள்ளத்தாக்கு களின் தலைப்பகுதிகள் அகலமாகவும், ஆழமாகவும் மாறுவ

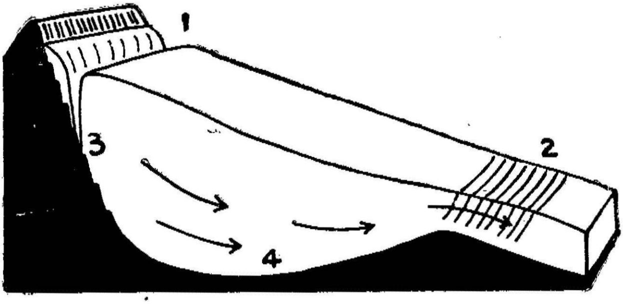
தால் அதிக அளவில் பனி சேகரிக்கிறது. அதிக அழுத்தத்தினுல் பனி, பனிக்கட்டியாக மாறும். பனிக்கட்டியின் பருமன் சுமார் 45–60 மீ.க்கு மேலானுல் பனிக்கட்டி நகரத் தொடங்குகிறது. பனியாறுகள் நகரும்போது, உறைபனிச் செய்கையால் சிதைந்த பாறைத் துகள்களைக் கொண்டு செல்கின்றன. பள்ளத்தாக்கின் தரை அரிபடுகிறது. இச் செய்முறைகள் நீண்டகாலம் நிகழ்ந்தால், பள்ளத்



படம்—71. 1. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தலைப்பகுதி. 2. சர்க்கு.

தாக்கின் தலைப்பகுதி, வட்டமான செங்குத்துப் பக்கங்களுடைய பள்ளமாக உருவாகிறது. இப்பள்ளம் சர்க்கு (Cirque) அல்லது காரி (Corrie) எனப்படும். பனியாறுகளால் அரிக்கப்பட்ட மலைப்பிரதேசங்களில் இப்பள்ளங்கள் தனிச் சிறப்புடைய நிலத்தோற்றங்களாகும். இப்பள்ளங்களிலிருந்து பனியாறுகள் கீழ்ச் சரிவுகளுக்கு இறங்கக் குறுகிய இடைவெளிகள் உள்ளன. இந்த இடைவெளியில் பாறை அல்லது படிவுகளாலான மேடு இருக்கும். சர்க்குகளைச் சுற்றியுள்ள செங்குத்துச் சரிவுகள் தலைத்திசையில் உயர்ந்தும், பக்கங்களில் சிறிது தாழ்ந்தும் இருக்கலாம். சர்க்குகளின் பின்சரிவு, உறைபனிச் செய்கையால் சிதைவுற்ற தோற்றமளிக்கும். சர்க்குகளின் தரை ஒழுங்கீனங்கள் அற்றதாயும், மெருகிட்டது போலவும் இருக்கும். பனியாறுகள் உருகி மறைந்துபோன மலைச்சரிவுகளில் சர்க்குகளின் மையத்தில் ஏரிகளைக் காணலாம். சர்க்கின் உருவத்தைக் கைகளுள்ளதும், உட்காருமிடம் சிறிது அழுந்தியதுமான பெரிய நாற்காலிக்கு ஒப்பிடலாம். வட அர்த்த கோளத்தில், மித வெப்ப மண்டலத்தில் உள்ள மலைத்தொடர்களின் கிழக்கு மற்றும் வடக்குச் சரிவுகளில்தான் சர்க்குகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாய் இருக்கிறது. இச்சரிவுகள் சூரிய ஒளிக்கதிர்களின் மறைவிடத்தில் உள்ளதால், பனி அதிக அளவில் குவிந்து

விடுகிறது. பனிமழையின் அளவும், பாறைகளின் கூறுகளும் சர்க்குகளின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன. பனிமழை மிக அதிகமாக இருப்பின், மலையின் உச்சிப்பகுதி முழுதும், ஒரு பனியடுக்கால் மூடப்பட்டுவிடுவதால், சர்க்குகள் உண்டாகா.



படம்—72. சர்க்கின் தோற்றம்.
1. பெருவெடிப்பு. 2. சர்க்கிலிருந்து பனியாறு வெளிப்படும் இடத்தில் தோன்றும் வெடிப்புகள். 3. செங்குத்துச் சரிவுடைய பின் சரிவு. 4. சர்க்கின் தரைப்பகுதி.

எளிதில் அரிபடும் களிமண் பாறை போன்ற பாறைப் பிரதேசங்களில், சர்க்குகளைச் சுற்றி உள்ள செங்குத்தான சரிவுகள் எளிதில் சிதைந்து மென் சரிவுகளாகின்றன. இதனால், சர்க்குகள் பொதுவாக வளர்ச்சியடைவதில்லை.

சர்க்குகள் உண்டாவதைக் குறித்துப் பல கருத்துகள் உள்ளன. ஜான்ஸன் (Johnson W. D.) என்பவர், சர்க்குகள் தோன்றுவதற்குப் பாறைகளின் கீழ்க்குடைவு (Basal Sapping) முக்கிய காரணமாகும் என்று கருதினர். பனியாறுகளுள்ள சர்க்குகளில் செங்குத்தான பின்சரிவுக்கு அருகே குறிப்பிடத்தக்க வெடிப்புகள் (Grevasses) உள்ளன. 'பனியாறு கீழ்நோக்கி நகர்வதாலும், பாறைப்பரப்புக்கு அடுத்துள்ள பனிக்கட்டி உருகுவதாலும் இவ்வெடிப்புகள் தோன்றியிருக்கலாம். இவ்வெடிப்பு, பெருவெடிப்பு (Bergschrund) எனப்படும். இவ்வெடிப்பு அகலமாயும் ஆழமாயும் இருப்பதால் இதனடியில் பாறை வெளிப்படுகிறது. இப்பாறை உறைபனிச் செய்கையால் சிதைவுற்று, சர்க்குகளின் பின்சரிவு, கீழ்க்குடைவுக்கு இலக்காகிறது. பாறைப்பகுதிகள் சரிவிலிருந்து நீங்கிப், பனிக்கட்டியில் பதிந்து, பனியாறுகளால் கொண்டுசெல்லப் படுகின்றன. பின்சரிவின் கீழ்ப்பகுதி அரிக்கப்பட்டுப் பின்

நகர்வதால், மேல் மட்டத்திலுள்ள பாறைகள் ஆதாரமின்றி விழுந்துவிடுகின்றன. இவ்வகையில் கீழ்க்குடைவு தொடர்ந்து இயங்குவதால் சர்க்குகளைச் சுற்றியுள்ள சரிவுகள் பின்னடைகின்றன. இதனுல் சர்க்குகள் பெரியவையாகின்றன. ஜான்ஸனின் கொள்கைக்குச் சில எதிர்ப்புகள் உள்ளன. அவைகளில் முக்கியமானது சர்க்குகளில் உள்ள பல பனியாறுகளில் பெரு வெடிப்புகள் இல்லாததேயாகும். அவ்வெடிப்புகள் இருந்தாலும், அவைகளின் ஆழம், சர்க்குகளின் பின்சரிவின் உயரத்தை விளக்குவதற்குத் தகுந்ததாக இருப்பதில்லை.

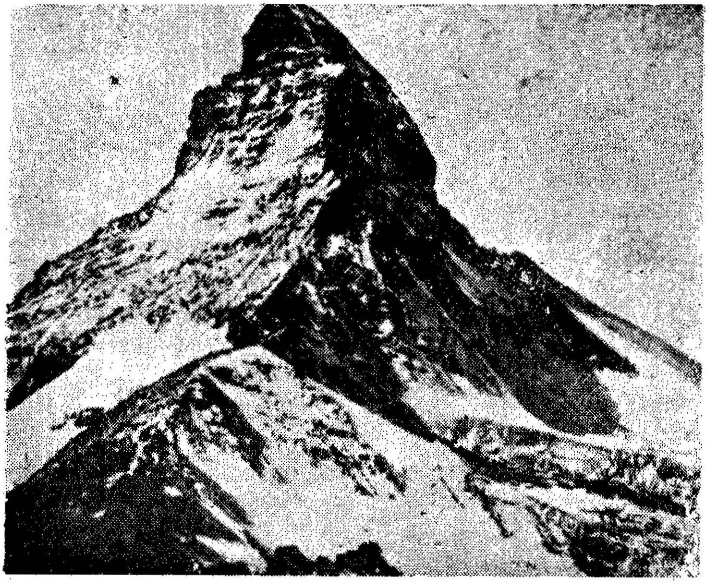
பாறைத்துகளைப் பறிக்கும் செயலும், நகர்வதால் ஏற்படும் அரிப்பும், பனியர்ற்றுக்குக் கீழேயும் ஏற்படக்கூடும் என்றும், வெடிப்பின் வழியாகப் பாறை வெளிப்படவேண்டியதில்லை என்றும் போமன் (Bowman) கருதினர். பனி உருகும்போது உண்டாகும் நீரின் செயலை லெவிஸ் (Lewis) எடுத்துரைத்தார். சர்க்குகளின் பின்சரிவுகளிலுள்ள பாறை இணைப்புகள் வழியாக இந்நீர் கசிந்து விடுகிறது. இந்நீர் அடுத்து அடுத்து உறைவதாலும், உருகுவதாலும், பாறை சிதைவுற்றுச் சரிவு செங்குத்தாக மாறுகிறது. இதனுல், பெரு வெடிப்புகள் இல்லாதிருந்தபோதும், உயரமான, செங்குத்தான பின்சரிவு ஏற்பட வழியுண்டு. பனியாறுகளின் பாதுகாக்கும் செயலால் சர்க்குகளின் சிறப்பான தோற்றம் உண்டாகிறது என்று கார்வுட் (Garwood) கூறினர். சர்க்கின் சமதளமுள்ள தரை, செங்குத்தான பின்சரிவு, சர்க்குக்குக் கீழ் மட்டத்திலுள்ள பள்ளத்தாக்கின் சரிவு இவைகளை ஒப்பிட்டு அவைகளின் வேறுபாடுகளை விளக்கினர். சர்க்குகளின் தரைப்பகுதி, இடைப்பனிக் காலத்திலும் பனிக்கட்டியால் மூடியிருந்தால், அது அரிக்கப்படாமல் இருந்தது என்றும், அதற்கு மேலும் கீழும் உள்ள சரிவுகள் பனிக்கட்டியால் மூடப்படாததால், அவை சிதைவாலும், ஓடும் நீரின் அரிப்பாலும் தாக்கப்பட்டுச் செங்குச் சரிவு பெற்றன என்றும் கருதினர். பனியாறுகளுக்கும் அருவிகளுக்கும் இடையேயுள்ள அரிப்புத்திறனின் வேறுபாடு, சரிவுகளின் வேறுபாடுகளில் காணப்படுகிறது.

சர்க்குகள் நாளடைவில் பெரிதாகி, மலைத்தொடர்கள் அரிக்கப்படுகின்றன. சர்க்குகளின் வளர்ச்சியை ஒரு சக்கரச் சுழற்சியாக ஹாப்ஸ் (Hobbs) விளக்குகிறர். இச்சக்கரச் சுழற்சியின் தொடக்க நிலையில், பள்ளத்தாக்குகளின்

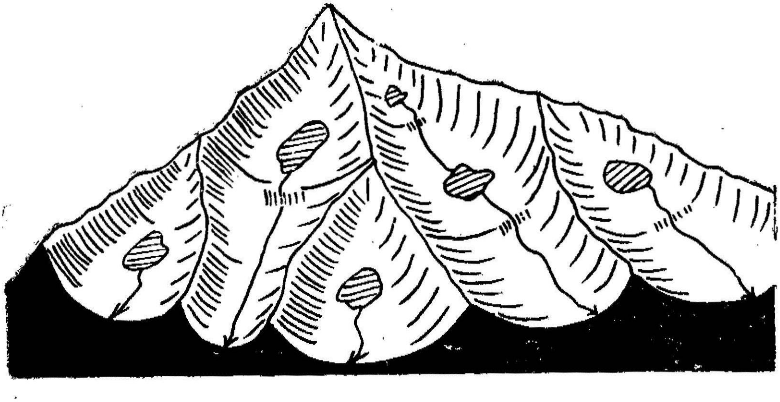
தலைப்பகுதிகளில் பனி குவிந்து பனிக்களங்களாக மாறுகின்றன. பள்ளத்தாக்குகளின் தலைப்பகுதிகள் உறைபனிச் செய்கையால் சிதைவுற்றுப் பனிக்கட்டி நிரம்பிய வட்டமான பள்ளங்களாக மாறுகின்றன. மலைத்தொடரின் தொடர்ச்சியான புறங்குவிந்த சரிவில் இங்குமங்கும் சர்க்குகளின் உட்குவிந்த செங்குத்தான சரிவுகளைக் காணலாம். இது சக்கரச் சுழற்சியின் இளமைநிலையைக் குறிக்கும். இந்நிலத்தோற்றத்தைப் பள்ளங்களுடைய மேட்டு நிலம் (Grooved upland) எனலாம். காலக்கழிவில் சர்க்குகளின் பக்கச் சரிவுகள் பின்னடைவதால், அவை பெரியவையாகின்றன. இவ்வகையில் முன்பிருந்த மலைச்சரிவு சிறிது சிறிதாக அரிக்கப்படுகிறது. பக்கத்திலுள்ள சர்க்குகளின் சரிவுகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து, குறுகிய குன்றுத் தொடர்களாகின்றன. இக்குன்றுத்தொடர்கள் அரெட்டுகள் (Aretes) எனப்படும். அரெட்டுகள் பனிக்கட்டியால் மூடப்படாததால், அவை உறைபனிச்செய்கையால் சிதைவடைந்து, ஒழுங்கற்ற பக்கப் பார்வை (Profile) கொண்டனவாய் இருக்கின்றன. சிலவிடங்களில் பாறைகளின் சிதைவு எளிதில் ஏற்பட்டுவிடுவதால், அரெட்டுகளில் தாழ்ந்த கணவாய்கள் (Col) இருக்கலாம். ஆல்ப்ஸ் மலைப்பிரதேசத்தில் இக்கணவாய்களின் வழியாக இரயில் பாதைகளையும், சாலைகளையும் அமைத்திருக்கிறார்கள். வெவ்வேறு சர்க்குகளுக்கு இடையேயுள்ள அரெட்டுகள் மலையுச்சிப்பகுதியில் ஒன்றோடொன்று நெருங்குவதால், கோபுரவடிவ மலைமுடிகள் (Pyramidal peaks) உண்டாகின்றன. இவை மேட்டர் ஹார்ன் (Matterhorn) எனப்படும். பெரிய சர்க்குகளும் அவைகளுக்கிடையே குறுகிய தொடர்குன்றுகளான அரெட்டுகளும், கோபுர வடிவ மலைமுடிகளும் உள்ள நிலத்தோற்றத்தைச் செதுக்கப்பட்ட மேட்டுநிலம் (Fretted upland) எனலாம். இது சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையைக் குறிக்கும். சில காலம் கழித்து அரெட்டுகளின் உயரமும் அகலமும் சிதைவால் மிகக் குறைந்து விடுகின்றன. அரெட்டுகள் அரிக்கப்பட்டு இங்குமங்கும் சிதறிய சிறு குன்றுகளாகின்றன. சக்கரச் சுழற்சியின் இறுதியில் சமநிலம் ஏற்படக்கூடும். இதைப் பனியாற்று அரிப்புச் சமநிலம் (Clacial peneplain) எனலாம்.

பனியாறுகளின் பள்ளத்தாக்குகள்

சர்க்குகளிலிருந்து தொடங்கிப் பனியாறுகள், முன்பிருந்த ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் வழியாக மலைச்சரிவுகளின்



படம்—73. ஸ்விட்ஜர்லாந்திலுள்ள மேட்டர் ஹார்ன் மலையுச்சியின் தோற்றம்.

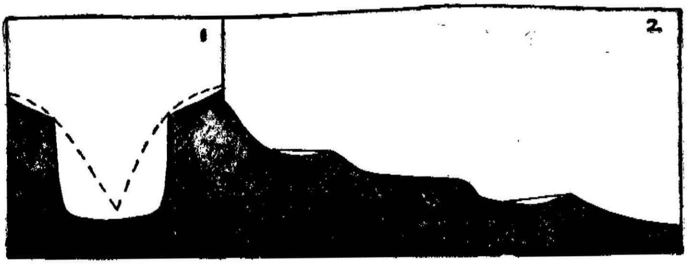


படம்—74. சர்க்குகள், அரெட்டுகள், மேட்டர்ஹார்ன் இவைகளின் தோற்றத்தைக் காட்டும் படம். பனியாறுகள் உருகியபின் இருக்கும் நிலை. சர்க்குகளின் தரைகளில் ஏரிகளைக் காணலாம்.

கீழ்ப்பகுதிக்கு மெதுவாக நகர்ந்து வருகின்றன. பனியாறுகளிலுள்ள பனிக்கட்டியின் கன அளவு, முன்பிருந்த ஆறுகளிலுள்ள நீரின் கன அளவைப் போலப் பன்மடங்காக இருக்கும். பனிப்பரவலுக்கு முன்பு, பள்ளத்தாக்குகளின் படுகையில் மட்டும் நீர் நிரம்பி ஆருக ஓடிக்கொண்டிருக்கும். பனிப்பரவல் ஏற்பட்ட பிறகு, பள்ளத்தாக்கு முழுவதும் பனிக்கட்டியால் மூடியிருக்கும். இதற்கு இரண்டு காரணங்கள் உண்டு. முதற் காரணம் பனிமழையின் அளவு, மழைநீரின் கன அளவை விட அதிகமானதாகும். மழைபெய்தவுடன் மழைநீர் பரப்பில் வழிந்து ஓடிவிடுகிறது; ஆனல் பல ஆண்டுகளில் பெய்த பனியும் மலைப்பிரதேசத்தில் குவிந்து விடுவதால் பனியாறுகளின் கன அளவு மிக அதிகமாய் இருக்கும். கன அளவில் வேறுபாடு இருப்பதோடு, அரிப்புச் செய்முறையிலும், பனியாறுகளுக்கும் ஆறுகளுக்குமிடையே வேறுபாடு உண்டு. ஆகையால், பனியாறுகள் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் வழியாகப் பாயும்போது, அவைகளின் உருவத்தை மாற்றியமைக்கின்றன. இதனல், பனியாறுகளின் பள்ளத்தாக்குகள் ஆறுகளின் பள்ளத்தாக்குகளினின்றும் வேறுபட்டுச் சில சிறப்புக் கூறுகளை உடையவையாய் இருக்கின்றன.

மலைப்பிரதேசங்களில் பெரும்பாலும் ஆறுகள் இளமை நிலையில் இருப்பதால், அவைகளின் பள்ளத்தாக்குகள் குறுகியவையாயும் V வடிவமுள்ளவையாயும் இருக்கும். அதிகக் கன அளவுள்ள பனியாறுகள் எளிதில் நகர்வதற்குத் தக்கவையாக இப்பள்ளத்தாக்குகள் அமைந்திருப்பதில்லை. பனிக்கட்டி இப்பள்ளத்தாக்குகளை நிரப்பி இருப்பதால், பள்ளத்தாக்குப் படுகையிலும் பக்கங்களிலும் உள்ள பாறைகள், உறைபனிச் செய்கையால் சிதைவடைந்து, சிதைந்த பாறைத்துகள்கள், பனிக்கட்டியில் பதிந்து பறித்துச் செல்லப்படுகின்றன. பனியாற்றின் அரிப்பால், பள்ளத்தாக்குகள் அகலமாகவும் ஆழமாகவும் மாறுகின்றன. பனியாற்றில் பதிந்துள்ள பாறைத்துகள்கள் உராய்வதால் பள்ளத்தாக்குப் படுகை சமமட்டமாகவும், ஒழுங்கீனங்கள் அற்றதாயும் ஆகிறது. பள்ளத்தாக்குப் பக்கங்கள் செங்குத்தாகவும் உயரமாகவும் தோன்றுகின்றன. பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கு U வடிவமாக இருக்கும். U வடிவப் பள்ளத்தாக்குகள் பனிக்காலங்களில் பனிக்கட்டிகளால் நிரம்பியிருந்தாலும், பனிக்காலத்திற்குப் பிறகு, அவற்றின் படுகையில் சிறு அருவி ஓடக்காணலாம். இவ்வருவியால் கொண்டு செல்லப்படும்

பாறைப்பொடி போன்ற துகள்கள் படுகையில் படிந்து விடக் கூடும். U வடிவப்பள்ளத்தாக்கு, முதிர்ந்த ஆற்றைப்போல அகன்ற படுகையையும், இளவாற்றைப் போலச் செங்குத்



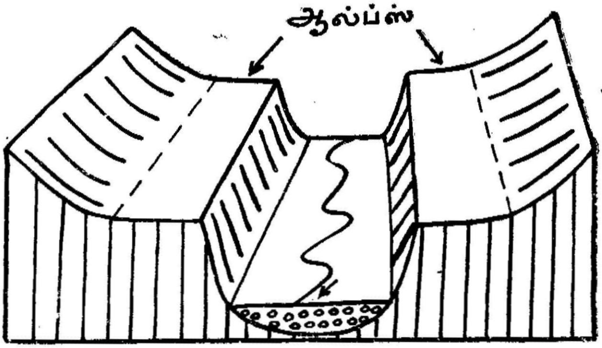
படம்—75. பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தோற்றம்.
1. குறுக்குப் பக்கப் பார்வை— U வடிவப் பள்ளத்தாக்கு, பனிப்பரவலுக்கு முன்னிருந்த ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தோற்றத்தையும் கவனிக்கவும். 2. நெடும்பக்கப் பார்வை—பாறைப்படிகளையும், பள்ளங்களையும் கவனிக்கவும்.

தான பக்கங்களையும் உடையது. பள்ளத்தாக்குகளின் ஆழம் பனியாறுகளின் பருமனைப் பொருத்து இருக்கும். ஏனெனில் பனியாற்றின் அரிப்பு வீதம் அதன் பருமனைப் பொருத்து வேறுபடுகிறது.

இளவாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் போக்கில் (Course) பல வளைவுகளைக் காணலாம். இவ்வளைவுகளுக்கிடையே கிளைக் குன்றுகள் (Spurs) ஒன்ருேடொன்று இணைந்தவாறு அமைந் திருக்கும். பனியாறுகள் இப்பள்ளத்தாக்கில் நகரும்போது அவை பள்ளத்தாக்கின் போக்கை நேராக மாற்றியமைக் கின்றன. இவ்வாறு மாற்றி அமைக்கும்போது, கிளைக்குன்று களின் விளிம்புகள் வெட்டப்படுகின்றன. வெட்டப்பட்ட கிளைக்குன்றுகளைப் (Truncated Spurs) பள்ளத்தாக்குப் பக்கங் களில் காணலாம்.

சில பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் பக்கப்பார்வை யில், பள்ளத்தாக்கின் இருபக்கங்களிலும் சமமட்டமான திட்டுக்களைக் காணலாம். இத்திட்டுக்கள் ஆல்ப்ஸ் (Alps) எனப்படுகின்றன. இத்திட்டுக்கு மேலே செங்குத்தான மலைச்சரிவும், கீழே பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் செங்குத் துப் பக்கங்களும் இருக்கின்றன. சில மலைச்சரிவுகளில் வெவ் வேறு மட்டங்களிலுள்ள ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திட்டுக்களையும்

காணலாம். இத்திட்டுக்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிப் பல கருத்துக்கள் உள்ளன. இத்திட்டுக்கள் பனிக் காலத்திற்கு முன்பிருந்த ஆற்றுப்படுகையின் பாகங்களாகும் என்று சிலர் கருதுகின்றனர். முன்பிருந்த ஆற்றுப்படுகையின் மையப் பகுதி பனியாறுகளால் அரிக்கப்பட்டு ஆழமான U வடிவப் பள்ளத்தாக்காக மாறியிருக்கிறது என்றும், அரிக்கப்படாத பகுதி, திட்டாக இருக்கிறது என்றும் கருதலாம். முற்காலத்

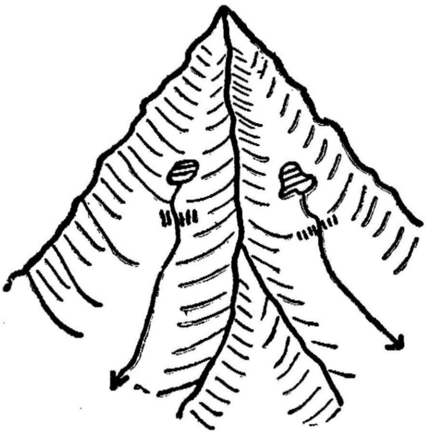


படம் 76. ஆல்ப்ஸ்—பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள திட்டுக்கள்.

தில் பனியாறுகள் பெரியவையாய் இருந்தனவாயும், அவைகளின் படுகை அகலமாயிருந்ததாயும், இதையடுத்து, சிறிய பனியாறுகள் ஏற்பட்ட காலத்தில், முன்பிருந்த பனியாற்றுப் படுகை மீண்டும் அரிக்கப்பட்டதனுல் சிறு U வடிவப் பள்ளத்தாக்குத் தோன்றி, அரிக்கப்படாத படுகை திட்டாக அமைந்திருக்கிறது என்பது மற்ருெரு கருத்தாகும். திட்டுக்கள் முற்காலத்திய பனியாற்றுப் படுகையின் எஞ்சிய பாகங்களேயன்றி, ஆற்றுப்படுகையின் பகுதிகளல்ல என்று சொல்லலாம். பனிக்காலத்தில் பனியாறுகள் பள்ளத்தாக்குகளை அகலமாக்குவதாயும் இந்த அகலமான படுகை இடைப்பனிக் காலத்தில் ஆறுகளால் அரிக்கப்படுவதாயும், அரிக்கப்படாத பகுதி திட்டாக அமைகிறது என்றும் கார்வுட் (Garwood) விளக்கினுர். அவர் கருத்தின்படி, இத்திட்டுக்கள் இடைப்பனிக் காலத்தில் ஆறுகளால் அரிக்கப்படாமல் பனிக்கட்டியால் பாதுகாக்கப்பட்டவையாகும். பனிக்காலத்தில் சில சமயங்களில் பனிமழை அதிகமாகப் பெய்ததால், பனியாறுகள் பள்ளத்தாக்கின் இருபக்கங்களிலும் வழிந்து அடுத்துள்ள

மலைச்சரிவுகளையும் அரித்து விட்டதால், சமமட்டமான திட்டுக்கள் உருவாயிருக்கக்கூடும் என்பது மற்றொரு கருத்தாகும். இத்திட்டுக்களில் கோடை காலத்தில் அடர்த்தியான புல் வளர்ந்திருப்பதால், இவை ஆடுமாடுகளை மேய்க்க உதவுகின்றன. ஸ்விட்சர்லாந்தில் மலைச்சரிவுகளிலுள்ள இத்திட்டுக்களில் கோடைகால விடுதிகள் இருக்கின்றன.

பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் நெடும்பக்கப்பார்வையின் தோற்றமும், ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலிருந்து வேறுபடுகிறது. நெடும்பக்கப் பார்வையில் பல ஒழுங்கீனங்கள் இருக்கும். சிலவிடங்களில் சாய்வு மென்மையாகவும், சில விடங்களில் செங்குத்தாகவும், மற்றுஞ்சில விடங்களில் பள்ளங்களும் இருக்கக் காணலாம். இவ்வேறுபாடுகள் பனியாற்றின் அரிப்புக்குத் தக்கவாறு அமைந்திருக்கின்றன. பனியாறுகளின்



படம்—77. சர்க்குகளுக்கும்
பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளுக்கும்
இடையே உள்ள பாறைப்படிகளையும்
அரெட்டுகளையும் காணலாம்

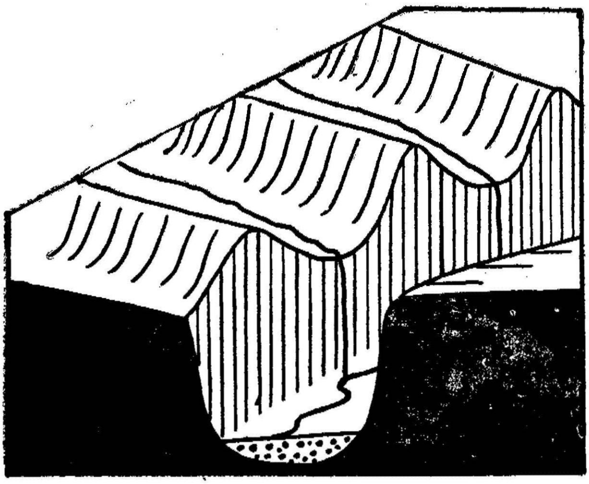
அரிப்பு அவைகளின் பருமன் மற்றும் வேகத்தால் பாதிக்கப்படுகிறது. ஆற்றுப் படுகையின் சாய்வு, படுகையில் உள்ள பாறையின் தன்மையாலும், அமைப்பாலும் கூடப் பாதிக்கப்படுகிறது. மென்மையான பாறைகளும் நெருங்கிய இணைப்புகள் கொண்ட பாறைகளும் எளிதில் அரிக்கப்பட்டு அவ்விடங்களில் மென்சரிவுகளும், பள்ளங்களும் உண்டாகின்றன. துணைப் பனியாறு முதற்பனியாற்றுடன் கூடுமிடத்திலிருந்து, பனி

யாற்றின் பருமன் அதிகரிப்பதால் அரிப்பும் அதிகமாகிப் படுகை ஆழமாக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு துணைப்பனியாறும் முதற்பனியாற்றுடன் சேருமிடத்தும் ஒரு படியை (Step)நெடும் பக்கப் பார்வையில் காணலாம். சர்க்குகளுக்கும் அவைகளி லிருந்து தொடங்கும் பனியாற்றுப் படுகைக்கு மிடையே இது போன்ற பாறைப்படிகள் (Rock Step) இருக்கின்றன. இப்படிகள் உண்டாவதைப்பற்றிக் கார்வுட் (Garwood) வேறு விளக்கம் தந்தார். இடைப் பனிக்காலத்தில், பனியாறுகள் பின்னடைந்த நிலைகளை இப்பாறைப் படிகள் குறிப்பிடுகின்றன என்பது அவர் கருத்து. பாறைப் படிக்கு மேலேயுள்ள பள்ளத்தாக்குப் படுகை ஆறுகளால் அரிக்கப்படாமல் பனிக் கட்டியால் பாதுகாக்கப்பட்டது என்றும், கீழுள்ள பகுதி ஆற்றால் அரிக்கப்பட்டு ஆழமானதால் படிபோன்ற அமைப்பு உண்டானது என்றும் அவர் கூறினார். சில பனியாற்றுப் படுகை களில் மூன்று பாறைப்படிகள் இருப்பது, மூன்று இடைப் பனிக்காலங்களில் பனியாறுகள் பின்னடைந்த நிலைகளைக் குறிக்கின்றன. வெவ்வேறு பறைப்படிகள் வெவ்வேறு காரணங்களால் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும். பனியாறுகள் உருகி மறைந்துபோன இடங்களில், பள்ளத்தாக்கிலுள்ள பாறைப் படிகள் ஆறுகளின் அரிப்பால் பாதிக்கப்பட்டுச் சில விடங் களில் நீக்கப்பட்டு விடக்கூடும்.

பள்ளத்தாக்குப் படுகையில் சிலவிடங்களில் நீண்ட பள்ளங்களையும் காணலாம். இவை பாறையில் வெட்டப் பட்டவையாகையால் இவற்றைப் பாறைப்பள்ளங்கள் (Rock Basins) எனலாம். இப்பள்ளங்கள் குறுகியவையாயும், மிகவும் ஆழமாகவும் இருக்கின்றன. சில பள்ளங்களின் தரைமட்டம் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே இருக்கிறது. பள்ளத்தின் பின் சரிவுக்கு எதிராகப் பனியாறு நகரக்கூடும். ஏனெனில், பனியாறு நகர்வதற்குப் பனிக்கட்டியின் பரப்பில் போதிய சாய்வு இருந்தால் போதுமானது. பள்ளத்தாக்கின் தொடக்கப்பகுதியிலும், கடைசிப்பகுதியிலும், பனிக்கட்டியின் பருமன் குறைந்து இருப்பதால் அரிப்பும் குறைந்தே இருக்கும். ஆனால் இவ்விரண்டுக்கும் இடையேயுள்ள பகுதியில், பனிக்கட்டியின் பருமன் அதிகமாக இருப்பதால், அரிப்பும் அதிகமாகி, ஒரு நீண்ட பள்ளம் ஏற்படுகிறது. பனியாறுகள் உருகி மறைந்த பிறகு, இப்பள்ளங்களில் ஏரிகளைக் காணலாம். படுகையின் அரிப்பு, கடல் மட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படாததால், ஏரிகளின் தரை கடல்மட்டத் திற்குக் கீழே இருக்கிறது. ஆல்ப்ஸ் மலையிலுள்ள கோமோ

(Como) ஏரியின் மொத்த ஆழம் 403 மீ; தரையின் மட்டம் கடல் மட்டத்திலிருந்து 210 மீ. கீழேயிருக்கிறது. ஏரிகளையடுத்துச் செங்குத்தான பள்ளத்தாக்குப் பக்கங்கள் இருக்கும். பள்ளத் தாக்குக்குக் குறுக்கே படிவுகள் ஏற்பட்டதாலும் ஆறுகளின் போக்குத் தடைப்பட்டுச் சில ஏரிகள் உண்டாயிருக்கலாம். இந்த ஏரிகள் குறுகி நீண்டு இருப்பதால் இவை விரல்வடிவ முள்ள ஏரிகள் (Finger lakes) எனப்படும்.

துணைப்பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தரைமட்டம் முதற் பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தரைமட்டத்தைவிட உயர்ந்து இருக்கும். ஏனெனில், துணைப்பனியாறு சிறியதா யிருப்பதால் அதன் பள்ளத்தாக்கில் அரிப்புக் குறைந்தும், முதற்பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கில் பனியாறு அதிகப் பரும ஞயிருப்பதால் அப்பள்ளத்தாக்கில் அரிப்பு அதிகமாயும்

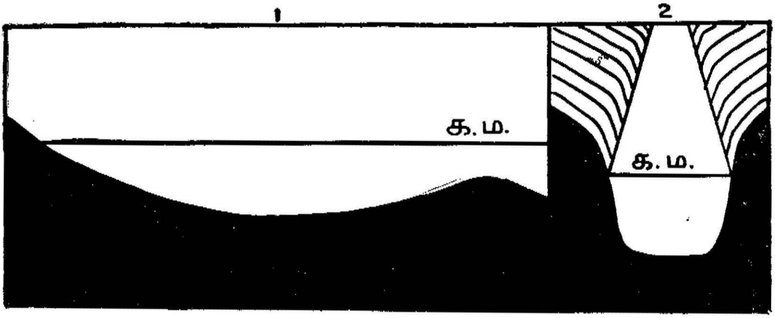


படம்—78. தொங்கும் பள்ளத்தாக்குகள்—துணையாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள கிளைக்குன்றுகளின் விளிம்புகள் வெட்டப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம்.

இருக்கும். பனிக்காலத்தில் துணைப் பனியாறு முதற்பனி யாற்றுடன் ஒழுங்காகச் சேரும். பனியாறுகள் உருகி மறைந்த பிறகு பள்ளத்தாக்குகளில் ஆறுகள் ஓடுகின்றன. துணைப் பள்ளத்தாக்குப் படுகையில் ஓடும் துணையாறு, முதல் ஆற்றுடன் சேருமிடத்தில் தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு (Hanging valley) அமைந்திருக்கும். துணைப் பள்ளத்தாக்கு முதற்பள்ளத்

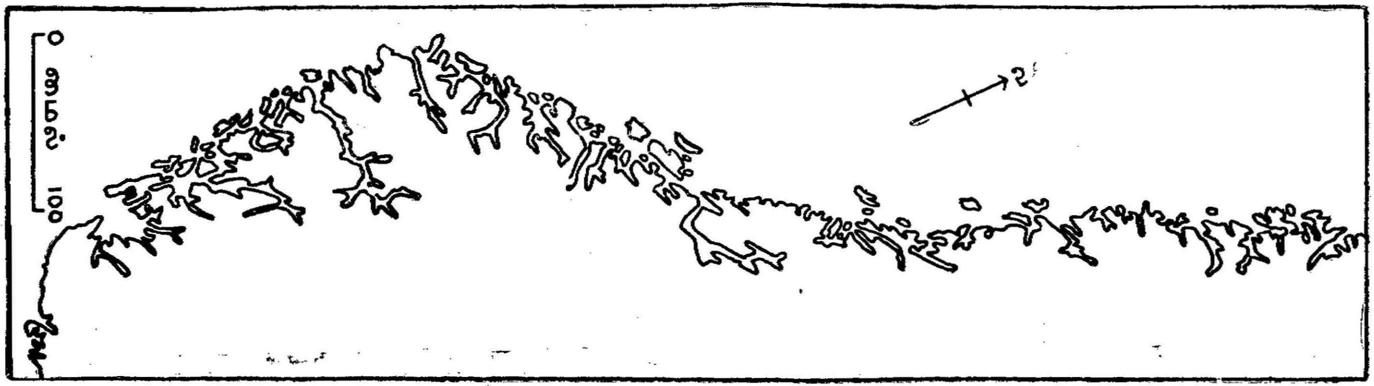
தாக்கோடு சேரும் இடத்திலுள்ள செங்குத்துச் சரிவின் மேல் ஆறு பாயுமிடம் தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு ஆகும். சர்க்குகளுக்கும் U வடிவப் பள்ளத்தாக்குக்கும் இடையே சில விடங்களில் தொங்கும் பள்ளத்தாக்குகளைக் காணலாம். தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு இருக்கும் இடங்களில் நீர்வீழ்ச்சிகளும் இருக்கும். துணைப் பள்ளத்தாக்குக்கும், முதற்பள்ளத்தாக்குக்கும் இடையேயுள்ள செங்குத்துச் சரிவைக் கார்வுட் (Garwood) வேறுவிதமாக விளக்கினர். இடைப்பனிக் காலத்தில், முதற் பள்ளத்தாக்கிலுள்ள பனியாறுகள் உருகி மறைந்துபோயின என்றும், அப்பள்ளத்தாக்கு ஆற்றின் செய்கையால் அரிக்கப்பட்டு ஆழமாயிற்று என்றும் அவர் கருதினர். முதற் பள்ளத்தாக்கு ஆற்றல் அரிக்கப்படும் பொழுது, துணைப் பள்ளத்தாக்குப் பனிக்கட்டியால் மூடப்பட்டு அரிக்கப்படாமலிருந்ததால்தான், இரண்டு பள்ளத்தாக்குகளும் வெவ்வேறு மட்டங்களில் இருக்கின்றன என்று விளக்கினர். ஆற்றுக்கும் பனியாற்றுக்கும் இடையேயுள்ள அரிப்புத்திறனின் வேறுபாட்டைத் தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு எடுத்துக்காட்டுகிறது என்றார்.

மலைப்பனியாறுகளால் ஏற்படும்மற்றொருநிலத்தோற்றம் ஃபியர்டு (Fiord) எனப்படும். ஃபியர்டுகள் நீண்ட குறுகிய குடாக்களாகும். இக்குடாக்களிலிருந்து நேர்கோணத்தில்



படம்—79. ஃபியர்டுகளின் தோற்றம் 1. நெடும்பக்கப் பார்வை. 2. குறுக்குப் பார்வை. க. ம.—கடல் மட்டம்.

பிரியும் பல கிளைகள் இருக்கும். ஃபியர்டுகளின் பக்கப் பார்வை U வடிவப் பள்ளத்தாக்குப்போல் இருக்கும். ஃபியர்டுகளின் இரு பக்கங்களிலும் மலைச்சரிவு செங்குத்தாக உயர்ந்து இருக்கும். ஃபியர்டுகளின் நெடும் பக்கப் பார்வை, பாறைப்



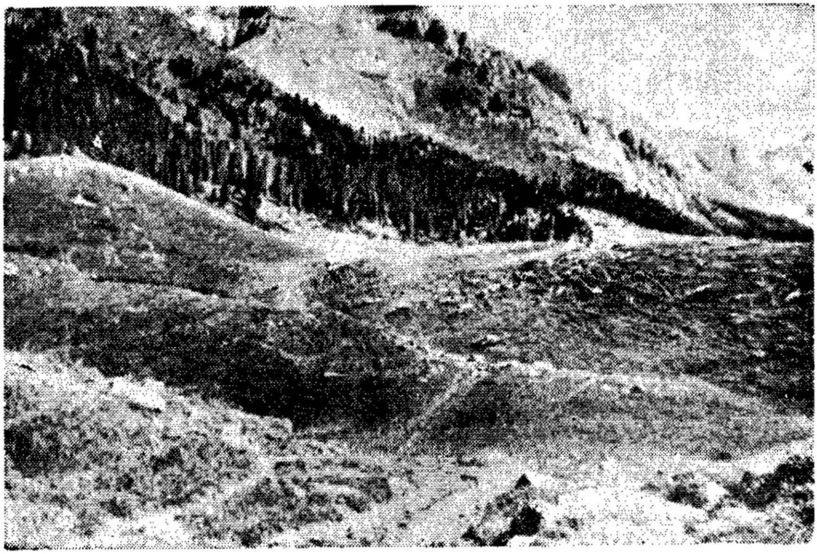
படம்—80. நார்வே நாட்டுக் கடற்கரையிலுள்ள ஃபியர்டுகளின் தோற்றம்.

பள்ளங்களைப்போல் இருக்கும். ஃபியர்டுகளின் முகத்திற்கு அருகே கடற்கீழ்ப்பாறைத் தடை (Sub-marinerock bar) இருப்பதால் அங்கு ஆழம் குறைந்திருக்கும். மேற்கு ஸ்காட்லாந்து, நார்வே, க்ரீன்லாந்து, லாப்ரடார், பிரிட்டிஷ் கொலம்பியா, அலாஸ்கா, தெற்கு சிலி, நியூஜிலாந்தின் தெற்குத் தீவு இவைகளின் கடற்கரையில் ஃபியர்டுகள் இருக்கின்றன. கடந்த பனியுகத்தில் இப்பிரதேசங்களில் பனியாறுகள் பரவியிருந்தன. நார்வேயின் கடற்கரையிலுள்ள ஸான் (Sogne) ஃபியர்டு 160 கி.மீ. நீளமும், பல கிளைகளும் கொண்டது. அதன் அகலம் 5 கி. மீ.க்குக் குறைவாகவே இருக்கிறது. ஆழம் 1200 மீ. வரையுள்ளது.

கடல் மட்டம் உயர்ந்து ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் அமிழ்ந்து விட்டதால், ஃபியர்டுகள் ஏற்பட்டன என்று சிலர் கருதினார்கள். இக்கருத்து, உண்மையானால், எல்லாப் பியர்டுகளின் ஆழமும் ஒரே யளவாக இருக்க வேண்டும். ஆனால், ஃபியர்டுகளின் ஆழம் வெவ்வேறாக இருக்கிறது. மேலும் ஃபியர்டுகளின் குறுக்குப் பக்கப் பார்வை ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளைப்போல் இருப்பதில்லை. ஃபியர்டுகளின் நெடும் பக்கப் பார்வையின் கூறுகளையும் இக்கருத்து விளக்கவில்லை. ஃபியர்டுகள் பனியாறுகளால் அரிக்கப்பட்ட பள்ளத்தாக்குகள் என்றும், பனியாறுகள் உருகி மறைந்த பிறகு, கடல் மட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ள பகுதிகள் குடாக்களாகிவிட்டன என்றும் கூறுவது மற்றொரு கருத்தாகும் பனியாறுகள் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ள நிலத்தையும் அரிக்கக்கூடும். கடல் நீரில் பனிக்கட்டி மிதக்கும்போது, 1/8 பகுதி கடல் மட்டத்திற்கு மேலும், 7/8 பகுதி கடல் மட்டத்திற்குக் கீழும் இருக்கும். ஆகையால் கடலின் ஆழம் பனிக்கட்டியின் மொத்தப் பருமனில் 7/8 க்குக் குறைவாக இருக்கும் வரையில், பனியாறு அதன் பள்ளத்தாக்குப் படுகையை அரிக்கும். பனியாற்றின் பருமன் சில ஆயிரம் அடிகள் இருந்தால், பள்ளத்தாக்குப் படுகையும் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே சில ஆயிரம் அடிகள் வரை அரிக்கப்படும். கடலின் ஆழம் குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் இருந்தால், பனியாறு உடைந்து, பனிப்பாறையாக (Iceberg) மிதக்கும். இவ்விடத்தில், அரிப்பு மிகக் குறைந்து இருக்கிறது. பனிக்கட்டியின் பருமன் அதிகமாயிருக்கும் நடுப்பாகத்தில் ஆழமும் அதிகமாயிருக்கும். பனியாறுகளின் பருமன் வேறுபடுவதால், அவைகளுடைய பள்ளத்தாக்குகளின் ஆழமும் வேறுபடுகிறது. பனியாறுகள் உருகுவதால் கடல் நீர்மட்டம் சிறிதளவு

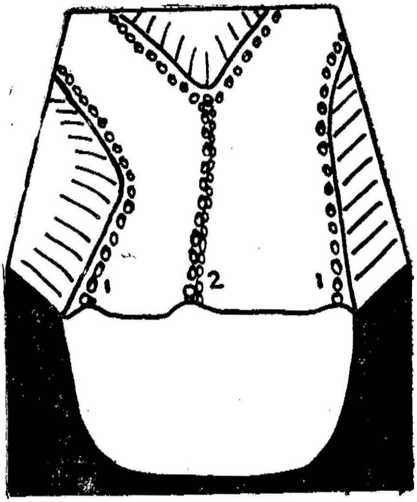
உயர்ந்துவிடுகிறது. பனியாறுகள் ஆறுகளைப்போல் இல்லாமல், கடல் மட்டத்திற்குக் கீழேயும் பள்ளத்தாக்குகளை அரிக்கும் திறன் உடையவை என்பதை ஃபியர்டுகள் எடுத்துக் காட்டுகின்றன.

மலைப்பனியாறுகள் உருகும்போது, அவைகளிலுள்ள பாறைத்துகள்கள் படிந்துவிடுகின்றன. இப்படிவுகள் மொரைன்கள் (Moraines) எனப்படுகின்றன. ஆற்றுப் படிவுகள் பொருள்களின் இழையளவுக்குத் தக்கபடி வெவ்வேறு இடங்களில் படிந்துவிடுகின்றன. பெரிய துகள்கள் பள்ளத்தாக்கின் மேற்பகுதியிலும், மிகச் சிறிய துகள்கள், டெல்டாப் பகுதியிலும் படிந்துவிடுகின்றன. ஆனால் பனியாற்றுப் படிவுகள், இழையளவுக்கு ஏற்பப் படிவதில்லை. பெரிய பாறைத் துண்டுகளும், பாறைப்பொடியும் பள்ளத்தாக்கின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒன்றோடொன்று கலந்து படிந்துவிடுகின்றன. பனியாற்றுப்படிவுகள் உள்ள நிலத்தில் பல மேடுபள்ளங்கள்



படம்—81. பனியாற்றுப் படிவுகள் உள்ள நிலத்தின் தோற்றம்.

இருக்கும். மொரைன்களை மூன்று முக்கியமான வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் பக்கங்களிலுள்ள (Lateral) மொரைன்கள், 2. நடுவிலுள்ள (Medial)



படம்—82. பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் தோற்றம்.
1. பக்கவாட்டு மொரைன்கள். 2. நடு மொரைன்கள்.

படம்—83. முதற் பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் பக்கவாட்டு மொரைன் படிவுகளையும் துணைப் பனியாறுகளையும் இப்படம் காட்டுகிறது.

மொரைன்கள், 3. பனியாற்றின் விளிம்பில் (Terminal) படிந்த மொரைன்கள். பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள மலைச்சரிவின் சிதைவால் பாறைத் துகள் கள் சரிந்து, பனியாற்றின் இரு பக்கங்களிலும் விழுந்து, அவை பனியாற்றில் அமிழ்ந்து பள்ளத்தாக்குப் படுகையை அடையும். பள்ளத்தாக்குப் பக்கங்களிலிருந்து பனியாறுகள், பாறைத்துகள்களைப் பறித்துவிடுவதாலும், அவை படுகையை அடைகின்றன. இவ்வாறு பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் இரு பக்கங்களிலும் நீண்ட படிவுகள் உருவாகின்றன. பனியாறு உருகியபிறகு இப்படிவுகள் பள்ளத்தாக்கில் காணப்படு

படம்—84. ஆல்டை (Altai) பிரதேசத்தில் பள்ளத்தாக்குப் பனியாற்றின் விளிம்பில் படிந்த மொரைன்கள்

கின்றன. துணைப்பனியாறு முதற் பனியாற்றுடன் கூடுமிடத் தில் துணைப்பனியாற்றின் ஓரத்திலுள்ள ஒரு மொரைனும், முதற் பனியாற்றின் ஓரத்திலுள்ள மற்றொரு மொரைனும் சேர்ந்து, பள்ளத்தாக்கின் நடுவில் மொரைன்கள் உருவா கின்றன. சில படுகைகளில் பல நடு மொரைன்களைக் காண லாம். பனியாறுகளின் விளிம்பில் உருகுதல் அதிக அளவில் ஏற்படுவதால், வில் வளைவு உருவமான படிவுகள் உண்டா கின்றன. பனியாற்றின் பின்னடையும் நிலைகளுக்குத் தக்க வாறு விளிம்பில் படிந்த பல மொரைன்கள் இருக்கலாம். பனி

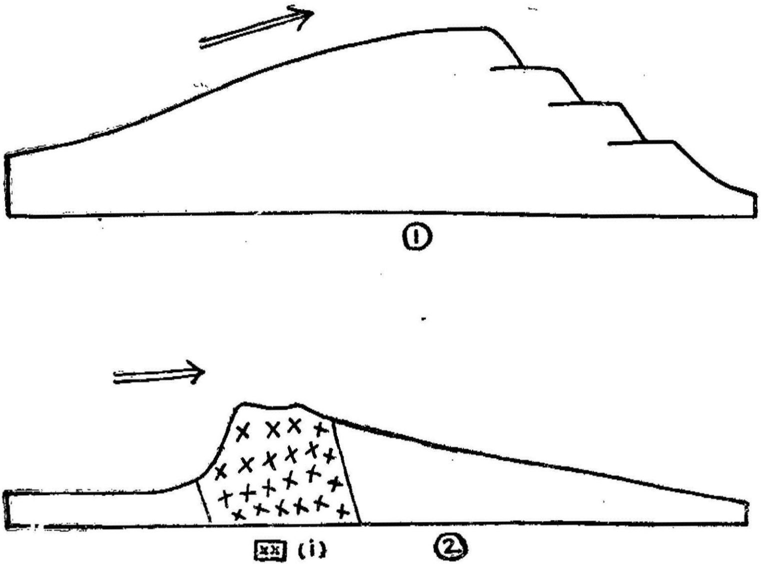
யாறுகளின் விளிம்புகளிலிருந்து பாயும் அருவிகளிலுள்ள பாறைப் பொடியும் சிலவிடங்களில் பாறைக்களிமண் (Boulder clay) படிவாக அமைந்துவிடுகிறது.

கண்டப் பனியாறுகள்

கண்டப்பனியாறுகள் நிலப்பரப்பு முழுவதையும் மூடிய வாறு தடித்த பனியடுக்குகளாக இருக்கின்றன. இவை அண்டார்க்டிகாவிலும், க்ரீன்லாந்திலும் பெரிய அளவில் இருக்கின்றன. இப்பனியாறுகள் முன்பிருந்த நிலப்பரப்பை முழுதும் மூடியபோதும், சில மலைகளின் உச்சிப் பகுதிகள் பனியடுக்கால் மூடப்படாமல் இருக்கலாம். இவற்றை நுனடக் (Nunatak) அல்லது பனியடுக்கிடைக்குன்று எனலாம். கண்டப் பனியாறுகளின் அசைவு, அதன் அடியிலுள்ள நிலத்தோற்றங்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. பனியடுக்கின் பரப்பிலுள்ள சாய்வுக்கும், அழுத்த வேறுபாடுகளுக்கும் இணங்க, அசைவின் திசையும் வீதமும் இருக்கும். பனியடுக்கு கள் நகரும்போது அவைகளின் கீழேயுள்ள நிலப்பரப்பும் சிறிது சிறிதாகத் தேய்த்து அரிக்கப்படுகிறது. இதனால், இந் நிலப்பரப்பிலுள்ள நிலத் தோற்றங்களின் உருவங்கள் மாறு கின்றன. பள்ளத்தாக்குகள் U வடிவமுள்ளவையாகின்றன. பள்ளத்தாக்கின் போக்கு, பனியடுக்கு அசையும் திசைக்கு இணையாக இருந்தால், அதன் உருவம் மாறுபடுகிறது. பள்ளத்தாக்கின் போக்குப் பனியடுக்கு அசையும் திசைக்குக் குறுக்கேயிருந்தால், அப்பள்ளத்தாக்கு அரிப்பால் பாதிக்கப் படுவதில்லை. நிலப்பரப்பிலுள்ள நீர்பிரி மேடுகள் அரிக்கப் பட்டுப் பள்ளத்தாக்குகள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து தொடர்ச்சியான பள்ளத்தாக்கு (Through valley) ஏற்படும். பனிப்பரவலுக்குப் பிந்திய காலத்தில், பனியடுக்குகள் மறைந் ததும், இந்நிலத்தோற்ற மாறுதல்களால், ஆறுகளின் வடி காலமைப்பு மாறிவிடுகிறது.

நிலப்பரப்பின் மேல் பனியடுக்குகள் நகர்வதால் ஏற் படும் முக்கியமான நிலத்தோற்றம் செம்மறியாட்டுருப் பாறை (Roches moutonnees) யாகும். மலைப் பனியாறுகளின் அரிப்பாலும் இவை சிலவிடங்களில் உண்டாகின்றன. இப் பாறையின் வடிவம் நிலத்தின் மேல் உட்கார்ந்திருக்கும் செம்மறியாட்டைப்போல் இருக்கிறது. பனியடுக்கு நகரும் திசைக்கு இணையாக இப்பாறை நீண்டு இருக்கும். பனி யடுக்கு நகரும் திசைக்கு எதிரேயுள்ள சரிவு மென்மையாக வும், புறங் குவிந்ததாயும் இருக்கும். பனியடுக்குப் பாறை

யின் பரப்பில் தேய்வதால் கீறுகளும், நீண்ட பள்ளங்களும் ஏற்படுகின்றன. பனியடுக்கு நகரும் திசையிலுள்ள பாறைச் சரிவு, உட்குவிந்ததாயும், செங்குத்தாகவும் இருக்கும். இச் சரிவில் சிறு படிகளையும் காணலாம். இவ்வொழுங்கீனங்கள் பாறைகளிலுள்ள இணைப்புகளுக்குத் தக்கவாறு அமைந்திருக்கும். பனியடுக்கின் அசைவை எதிர்க்கும் சரிவில், பனியடுக்



படம்—85. 1. செம்மறியாட்டுருப் பாறை. 2. (i) அரிபடாப் பாறையும் அதற்குப் பக்கத்தில் மென் சரிவுடைய அரிக்கப்படாத நிலப்பகுதியும். பனியாற்றின் போக்கைக் கவனிக்கவும்.

கின் அடிப்பகுதியில் அழுத்தம் அதிகமாகிப் பனிக்கட்டி சிறிதளவு உருகிவிடும். பாறையின் சரிவுக்கு எதிராகப் பனியடுக்கு நகர்வதை உருகும் நீர் அனுமதிக்கிறது. பனியடுக்கின் அழுத்தத்தினால், பாறையின் பரப்புத் தேய்க்கப்பட்டு மென் சரிவாகிறது. இச்சரிவைத் தாண்டியதும், உருகிய நீர் உறைந்துவிடுகிறது. இதனால் பாறையின் பரப்போடு பனியடுக்கு ஒட்டிவிடுகிறது. மறுபடியும் பனியடுக்கு நகரும் போது, இச்சரிவிலுள்ள பாறைப்பகுதிகள் பறித்துச் செல்லப் படுகின்றன. சரிவு செங்குத்தாகவும், ஒழுங்கற்றதாயும் மாறிவிடுகிறது. பனியாறுகள் நகரும்போது ஏற்படும் இரு விதமான அரிப்புச் செய்முறைகளையும் எடுத்துக்காட்டும்

வகையில் செம்மறியாட்டுருப்பாறை அமைந்திருக்கிறது. எல்லாவிதமான பாறைகளிலும் இந்நிலத்தோற்றம் உண்டாகிறது. கனடா (Canada), ஃபின்லாந்து (Finland), ஸ்வீடன் (Sweden) இந்நாடுகளின் பகுதிகளில் நூற்றுக்கணக்கான செம்மறியாட்டுருப் பாறைகளைக் காணலாம். தடித்த பனியடுக்கால் மூடப்பட்ட நிலப்பகுதியின் அரிப்பின் இறுதிநிலையில் பல செம்மறியாட்டுருப் பாறைகள் கொண்ட பரந்த சமவெளி தோன்றக்கூடும். பனியடுக்கு நிலப்பரப்பின் மீது நகர்ந்ததற்குச் சான்றாக இந்நிலத்தோற்றம் இருக்கிறது. பனியடுக்கு நகரும் திசைக்கு எதிராகக் குத்துப்பாறை (Crag) யிருந்தால், அதற்குப் பின் பக்கத்தில், உள்ள நிலப்பகுதி அரிக்கப்படாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. இந்நிலப்பகுதி வால் (Tail) போல் நீண்டதாயும் மென்சரிவு கொண்டதாயும் இருக்கும்.

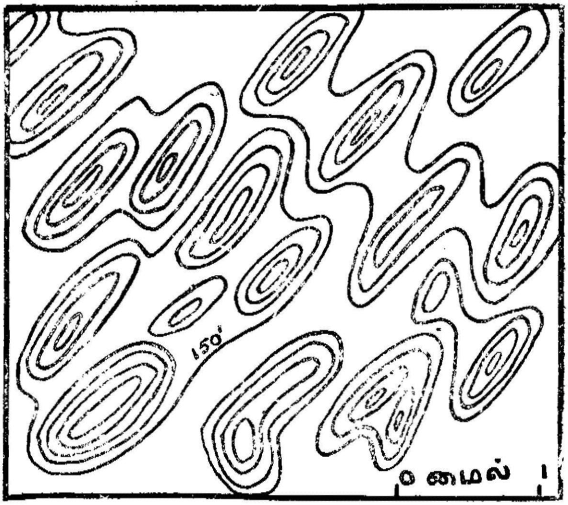
பனியுகத்தில் பனியடுக்குகளால் மூடப்பட்ட பிரதேசங்கள் அரிப்பால் பாதிக்கப்பட்டு, ஏறக்குறையச் சமதளமான நிலப்பரப்பாக மாறியிருக்கின்றன. இந்நிலப்பரப்பில் மண்ணடுக்கு இல்லாத பாறை இருக்கும். இப்பாறைப் பரப்பில் பல பள்ளங்கள் இருக்கும். பனியடுக்குகள் மறைந்தபிறகு, இப்பள்ளங்களில் ஏரிகள் இருக்கக் காணலாம். பனியடுக்குகளால் அரிக்கப்பட்ட நிலப்பகுதி கானடாவிலும், ஸ்காண்டினேவியாவிலும் (Scandinavia) பரந்து காணப்படுகிறது. அரிக்கப்பட்ட நிலப்பகுதியின் ஓரங்களில் படிவுகளாலான நிலத்தோற்றங்கள் அமைந்திருக்கின்றன.

பனியடுக்குகளுக்குக் கீழுள்ள பாரைப்பரப்பு அரிப்பால் தேய்ந்து விடுவதால், பாறைப்பொடி உண்டாகிறது. இது பனியடுக்கின் அடிப்பாகத்தில் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. பனியடுக்கு உருகும்போது இவை பாறைக்களிமண் (Boulder-clay) படிவுகளாகப் படிந்து விடுகின்றன. பாறைக்களிமண் படிவுகளில் சிறு கற்களும் மணலும் கலந்திருக்கும். பனியடுக்கு மெதுவாகப் பின்னடைவதால், இப்படிவுகள் எல்லாவிடத்தும் ஒருசீரான அடுக்காக அமைந்து, முன்பிருந்த நிலத்தோற்றத்தை மூடிவிடுகின்றன. பாறைக்களிமண் படிவுகளின் பருமன் பலமீட்டர்களாகச் சிலவிடங்களில் இருக்கும். இப்படிவுகளின் பரப்பு, சமவெளியாக (Till Plain) இருக்கும்; சிலவிடங்களில் சிறிய மேடு பள்ளங்களும் (Sag and Swell) இருக்கக்கூடும். பனிக்காலத்திற்குப் பிறகு பள்ளங்களில் ஏரிகள் உண்டாகின்றன. பாறைக்களிமண் பிரதேசம் பனிக்காலத்திற்குப் பிறகு ஆறுகளால் அரிக்கப்படுகிறது.

பனியடுக்குகள் பாறைத்துண்டுகளை வெகுதூரம் கொண்டு சென்று, அவைகள் உருகும்போது, இப்பாறைத் துண்டுகள் படிந்து விடுகின்றன. இப் பாறைத்துண்டுகள், நிலப்பரப்பிலுள்ள மற்ற பாறைகளிலிருந்து தனித்து நிற்பதால் இவைகளைப் பொருந்தாப்பாறைகள் (Erratics) எனலாம். சிலவிடங்களில் இப்பாறைகள் மிகப்பெரியவையாக இருக்கின்றன. இப்பொருந்தாப் பாறைகள், பனியடுக்குகளின் கொண்டு செல்லும் திறனை எடுத்துக் காட்டுகின்றன. பனியடுக்குகள் பின்னடையும்போது, அவை சில இடங்களில் சிலகாலம் நிலையாக இருந்தால், அவ்விடங்களில் மொரைன்கள் அதிக அளவில் படிந்துவிடுகின்றன. இவற்றை விளிம்பிலுள்ள (Terminal) மொரைன்கள் எனலாம். இவை குன்றுத்தொடர்களாக நீண்டு, குறுகியவையாய் இருக்கும். ஜெர்மனியில் பல விளிம்பிலுள்ள மொரைன்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணையாக இருக்கின்றன. இவை பனியடுக்கின் பின்னடைதலின் நிலைகளைக் குறிக்கின்றன. இம்மொரைன்களின் முன்சரிவு செங்குத்தாக இருக்கும். இப்படிவுகளில்-சில பனிக்கட்டித் துண்டுகள் முதலில் இருந்து, பிறகு அவை உருகினால், அவைகள் இருந்த இடம் பள்ளமாகி (Kettle hole) விடுகிறது. இப்படிவுகளில் பல மேடுபள்ளங்களைக் காணலாம்.

சில பிரதேசங்களில் பாறைக்களிமண் படிவுகள் நீள் குன்றுகளாக இருக்கின்றன. இவை ட்ரம்லின் (Drumlin) எனப்படும். ட்ரம்லின்கள் பனியடுக்கு நகர்ந்த திசைக்கு இணையாக நீண்டிருக்கும். இவைகளின் சராசரி நீளம் ஒரு கி. மீ. இருக்கும். உயரம் 10 மீ. முதல் 60 மீ. வரை இருக்கும். ட்ரம்லின்களுக்கு இடையேயுள்ள நிலம் சமமட்டமாகவோ பள்ளமான சதுப்பு நிலமாகவோ இருக்கும். இவை நூற்றுக் கணக்காக அமைந்திருக்கும். நியூயார்க் மாகாணத்தின் ஒரு பகுதியில் 10,000 ட்ரம்லின்கள் உள்ளன. சில ட்ரம்லின்கள் பாறையாலானவை. பாறையின்மேல் மெல்லிய பாறைக் களிமண் படிவு இருக்கும். இவை பாறையாலான ட்ரம்லின் (Rock drumlin) எனப்படும். சில ட்ரம்லின்களின் ஒருமுனை வளைந்தும் இருக்கும். ட்ரம்லின்கள் ஒன்றையொன்று அடுத்து இடைவெளியில்லாமலும் இருக்கலாம். பாறைக் களிமண் படிந்த இடத்தின் மேல் பனியடுக்குகள் மீண்டும் நகர்வதால், சில பகுதிகள் அரிக்கப்பட்டு, அரிக்கப் படாத பகுதிகள் நீண்ட குன்றுகளாயிருக்கின்றன என்று சிலர் கருதுகிறார்கள். ஆனால் இக்கருத்து, பனியடுக்குகளின் அரிப்பு, சில விடங்களில் மட்டும் ஏன் நிகழ்கிறது

என்பதை விளக்குவதில்லை. ட்ரம்லின்கள் அரிப்பின் வேறுபாடுகளால் தோன்றியவை அல்லவென்றும், படிதலின் வேறுபாடுகளால் உண்டானவை என்றும் மற்றொரு கருத்தும் உண்டு. பனியடுக்குகளின் ஓரங்களில் பனிக்கட்டி மெலிந்து இருக்கும் இடங்களில், அடியிலுள்ள பாறைக்களிமண்



படம்—86. ட்ரம்லின்கள். காண்டூர் கோடுகள் 20 அடி இடைவெளியில் வரையப்பட்டுள்ளன.

கொண்டு செல்லப்படாமல் ஒரே இடத்தில் நிலையாக இருக்கும். பனியடுக்குகளில் வெடிப்புகள் உள்ள இடங்களில் அசைவு இல்லாமல் இருப்பதால், பனியடுக்கிலுள்ள பொருள்கள் படிந்துவிடுகின்றன. வெடிப்புகள் நீண்டு இருப்பதால் படிவும் நீண்ட குன்றாக உருவாகிறது. வெடிப்புகள் இணையாக இருப்பதால், ட்ரம்லின்களும் இணையாக உண்டாகின்றன.

பனியடுக்கு ஓரேயிடத்தில் தேங்கி நின்றால், பனிக்கட்டியின் அடிப்பாகத்தில் உருகிய நீர் அருவியாகப் பாய்ந்து, பனியடுக்கின் விளிம்பில் வெளிப்படும். இவ்வருவிகள் நீண்ட குகைகளின் வழியாகப் பாய்கின்றன. இவ்வருவிகள் பனிக்கட்டியிலுள்ள களிமண் போன்ற பொருள்களைச் சுமந்து செல்கின்றன. மேலுள்ள பனிக்கட்டியின் அழுத்தத்தினால், இவ்வருவிகள் அதிக அளவான சுமையைக் கொண்டு செல்கின்றன. இச்சுமையில் ஒரு பகுதி, அருவிகளின் படுகை

களில் படிந்துவிடக்கூடும். பனிக்கட்டி உருகிய பிறகு, அருவிகளின் கொண்டுசெல்லும் திறன் மிகக்குறைந்து விடுவதால், சுமையின் பெருமளவு படிந்துவிடுகிறது. இது நீண்ட, பல வளைவுகளுள்ள குன்றுத் தொடராக அமைந்துவிடுகிறது. இது எஸ்க்கர் (Esker) எனப்படுகிறது. அதன் உயரம் சில மீட்டர்களிலிருந்து 30 மீட்டர்கள் வரை இருக்கலாம்; நீளம் நூற்றுக்கணக்கான மீட்டராகவும், சிலவிடங்களில் சில கிலோ மீட்டராகவும் இருக்கலாம். களிமண்ணைவிட மணலும், பரலும் அதிக அளவில் கலந்து இருக்கும். பனியடுக்குகளின் அடிப்பகுதியில் குகைகளின் வழியாகப் பாயும் அருவிகள் பனியடுக்குகளின் விளிம்புகளில் வெளிப்படும்போது அங்குள்ள ஏரிகளில் சிறு டெல்ட்டா போன்ற படிவுகளை அமைக்கின்றன. பனியடுக்கு மெதுவாகப் பின்னடைவதால், இப்படிவுகளும் தொடர்ச்சியாகப் பின் நகர்ந்து, நீண்ட குன்றுத் தொடர்களாக உருவாகின்றன. எஸ்க்கர்கள் மேடுகளிலும், பள்ளங்களிலும் தொடர்ச்சியாகப் படிந்து விடுகின்றன. எஸ்க்கர்களின் போக்குப் பனிக்கட்டியின் விளிம்புக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்.

பனிக்கட்டியின் விளிம்பிலும் உருகிய நீர் அருவிகளால் படிவுகள் ஏற்படுகின்றன. இப்படிவுகளில் பரலும் மணலும் படிந்திருக்கும். இவை பனிக்கட்டியை யடுத்துள்ள நீர்ப்பரப்பில் டெல்டாக்களாகவும், சிறு குன்றுகளாகவும் படிந்து விடலாம். இப்படிவுகளில் பல பள்ளங்கள் இருக்கும். இவை கேம் (Kame) மொரைன்கள் ஆகும். படிவுகளிலிருந்த சிறு பனிக்கட்டித் துண்டுகள் உருகியதால் இப்பள்ளங்கள் ஏற்படுகின்றன. சில விடங்களில் இப்படிவுகள் சிறிய திட்டுகளாக இருக்கின்றன. இவை கேம் திட்டுகள் (Kame-Terraces) எனப்படும்.

பனியடுக்குகளின் விளிம்புகளிலிருந்து பாயும் உருகிய நீர் அருவிகள் பனியடுக்குகளிலுள்ள சுமையைக் கொண்டு சென்று பனிக்கட்டியால் மூடப்படாத பிரதேசங்களிலும் படிய வைக்கின்றன. நிலச்சரிவு அதிகமாயிருந்தால் வண்டல் விசிறிகளும் (Out wash fans), நிலச்சரிவு குறைவாயிருந்தால் வண்டற் சமவெளிகளும் (Out wash plains) உண்டாகின்றன. இவ்வண்டற் சமவெளிகளில் பல சிறிய அருவிகளைக் காணலாம். வண்டலின் இழையளவு பனியடுக்குகளின் அருகே பெரியதாயிருக்கும். இப்படிவுகளிலும் சில பள்ளங்கள் இருக்கக்கூடும்.

பனியடுக்குகள் ஏற்படுவதால், நிலத்தின் வடிகாலமைப்பு பாதிக்கப்படுகிறது. ஆற்று வழிகள் தடைப்படுவதால் ஏரிகள் ஏற்படுகின்றன. பனியடுக்குகளின் அசைவு இந்த ஏரிகளின் தோற்றத்தையும், அளவையும் கட்டுப்படுத்து கிறது. வடஅமெரிக்காவில் உள்ள பெரிய ஏரிகள் (Great lakes) பனிப்பரவலுக்குப் பிறகு ஏற்பட்டவை. பால்டிக் (Baltic) கடலும், ஐரோப்பாவில் பனியடுக்குகள் பரவி யிருந்ததால் தோன்றியது. பனியுகத்தின்போது பால்டிக் கடலின் தோற் றத்தில் பல மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன. வடிகால் தடைப்படுவ தால் மட்டுமல்லாமல் நில்அசைவாலும் இந்த ஏரிகளின் பரப்பு பாதிக்கப்படுகிறது.

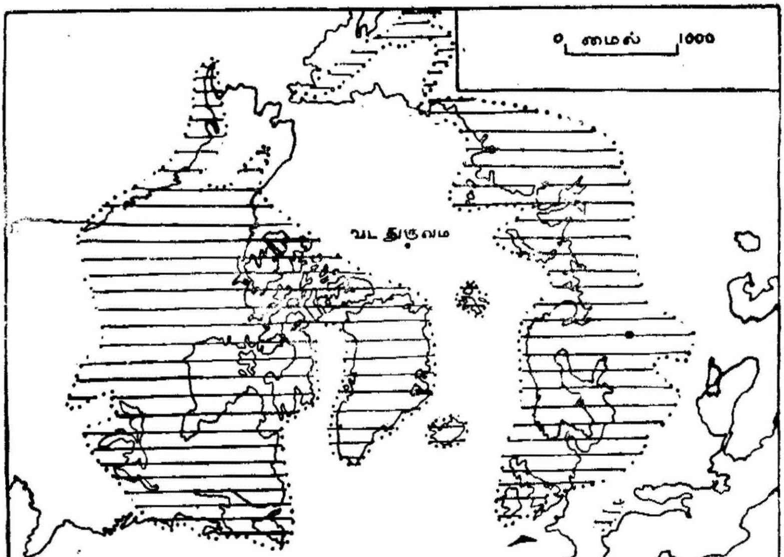
பனியடுக்குகளின் பருமன் ஆயிரக்கணக்கான மீ. களா யிருப்பதால், அவைகளின் எடையால் நிலப்பரப்புத் தாழ்த்தப் படுகிறது. க்ரீன்லாந்திலுள்ள பனிக்கட்டியின் பருமன் 3000 மீ.க்கு மேல் இருப்பதாகத் தெரிகிறது. இப்பனிக்கட்டியின் சுமையால் நிலப்பரப்புத் தாழ்த்தப்பட்டுப் பள்ளமாக இருக் கிறது. சிலவிடங்களில் நிலப்பரப்பின் மட்டம் கடல் மட்டத் திற்குக் கீழேயிருக்கிறது. சுற்றியுள்ள நிலம் மலேத்தொடராக 3,000 மீ. வரை உயர்ந்து இருக்கிறது. பனியடுக்கு உருகி விட்டால், பனிக்கட்டியின் கீழுள்ள நிலப்பரப்பு, கடல் மட்டத் திற்குமேல் 1,000 மீ. வரை உயரும். ஏனெனில், மேலேயுள்ள சுமை குறைவதால், நிலம் மேலெழும்புகிறது. ஸ்காண்டி னேவியாவிலும், பனியடுக்குகள் உருகியதால் நிலம் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக உயர்த்தப்படுகிறது. இதனல் நிலப்பரப்பின் வடிகாலமைப்பு மாற்றப்படுகிறது.

பனியடுக்குகள் ஏற்படுவதாலும், அவை உருகுவதாலும், கடல்மட்டத்திலும் மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. பனிமழை பெய்து, பனிக்கட்டி நிலத்தில் குவியும்போது, கடல் மட்டம் குறைந்துவிடுகிறது. ஆகையால் பனிக்காலங்களில் கடல் மட்டம் குறைந்திருக்கும். இடைப்பனிக்காலத்தில் பனிக்கட்டி உருகுவதால், கடல்மட்டம் உயர்ந்துவிடும். இவ் வகையில் ஏற்படும் கடல்மட்ட மாறுதல்கள், ஆறுகளின் செய்கையையும் பாதிக்கின்றன. பனிக்காலத்தில் பனிப் பரவல் அதிகமாயிருந்தபோது, கடல்மட்டம் 100 மீ. குறைந் திருக்க வேண்டும் என்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. இப் பொழுதுள்ள பனிக்கட்டிகள் உருகினல் கடல்மட்டம் சுமார் 25 மீ. வரை உயர்ந்துவிடும். கடந்த பனிக்காலம் முடிந்த பிறகு, கடல்மட்டம் சுமார் 70 மீ. வரை உயர்ந்துள்ளது.

இதனால் நிலப்பரப்புகள் கடலுக்குக் கீழ் அமிழ்ந்து போயின.

பிளேயிஸ்டோஸீன் பனியுகம்

புவியின் வரலாற்றில் பல பனியுகங்கள் இருந்திருக்கின்றனவென்று தெரியவருகிறது. இப்பனியுகங்களில் அண்மையில் ஏற்பட்ட பிளேயிஸ்டோஸீன் (Pleistocene) பனியுகத்தைப் பற்றிப் பல சான்றுகள் உள்ளன. இப்பனியுகம் சுமார் 6,00,000 ஆண்டுகளுக்கு முன் தொடங்கிற்று. பனிக்கட்டியின் பரவல் சிறிது சிறிதாக அதிகமாகத் தொடங்கியது. பனியுகத்தின் உச்சநிலையில் பனியடுக்குகளின் பரப்பு சுமார் 20 மில்லியன் சதுர கி. மீ. களாக இருந்தது. வட



படம்—87. வட அமெரிக்காவிலும், யுரேசியாவிலும் பிளேயிஸ்டோஸீன் பனியுகத்தில் பனியடுக்கின் பரவல்.

அமெரிக்காவில் பனியடுக்குகள் மூன்று இடங்களிலிருந்து - ஹட்ஸன் விரிகுடா, லாப்ரடார், ராக்கி மலைத்தொடர் - தொடங்கி, சுமார் 10 மில்லியன் சதுர கி. மீ. வரை பரவியிருந்தன. ஐரோப்பாவிலுள்ள பனியடுக்கு, ஸ்காண்டினேவியாவிலிருந்து தொடங்கிச் சுமார் 5 மில்லியன் சதுர கி. மீ.

வரை பரவியிருந்தது. இமயமலை ஆல்ப்ஸ் முதலிய உயர்ந்த மலைத்தொடர்களிலும் சிறிய பனியடுக்குகள் இருந்தன. தென் அர்த்த கோளத்தில் ஆஸ்திரேலியாவில் நியூசௌத் வேல்ஸ் மற்றும் டாஸ்மேனியாவின் பகுதிகளும்,நியூஜிலந்துத் தீவுகளும், தென் அமெரிக்காவில் தெற்குச் சிலி, படகோனியா பீடபூமியும், பனியடுக்குகளால் மூடியிருந்தன. ஆப்பிரிக்காவில், உயர்ந்த மலைப்பகுதிகளில் பனியடுக்குகள் சிறிய அளவில் இருந்தன. அண்டார்க்டிக் பனியடுக்கின் பரப்பும் பருமனும் அதிகமாயிருந்தன.

பனியுகம் தோன்றியதற்கு முக்கியமான காரணம் வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை குறைந்ததேயாகும். இதனால் பனிமழையின் அளவு அதிகமாயிற்று. மலையுச்சியில் உள்ள பள்ளத்தாக்குகளில் பனிக்கட்டிகள் முதலில் குவிந்தன. பள்ளத்தாக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள நிலம் பனிக்கட்டிகளால் மூடப்படாமல் இருந்தது. பனிமழை அதிகமானதால், பனிக்கட்டியின் பரவல் அதிகமாகி, மலைகளின் உச்சிப்பகுதி முழுவதும் பனியடுக்கால் மூடப்பட்டது. இப்பனியடுக்குகள் பெரிதாகிக் கீழ்ச்சரிவுகளை அடைந்தன. அடுத்துள்ள சிறு பனியடுக்குகள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து நிலப்பரப்பு முழுவதும் பெரிய பனியடுக்கால் மூடப்பட்டது. இப்பனியடுக்குகள் மெதுவாக விரிவடைந்தன.

பனியடுக்குகள் பனியுகத்தின் வெவ்வேறு காலங்களி எவ்வாறு பரவியிருந்தன என்பதை மொரைன்கள் முதலிய படிவுகளின் அமைப்பிலிருந்து அறியலாம். பனியடுக்குகள் பனியுகத்தில் ஒரே ஒரு முறை விரிவடைந்து, பிறகு, பின்னடைந்துவிடவில்லை. நான்கு வெவ்வேறு காலங்களில் ஏற்பட்ட படிவுகள் பல பிரதேசங்களில் காணப்படுகின்றன. இப்படிவுகள் வெவ்வேறு இடங்களில் வெவ்வேறு மட்டங்களில் படிந்துள்ளன. இப்படிவுகளை ஆராய்ந்து, பனியுகத்தில் நான்குமுறை பனிப்பரவல் ஏற்பட்டதாகப் பெங்க் (Penck, A) மற்றும் ப்ரக்னர் (Bruckner—A) கண்டறிந்தார்கள். பனிப்பரவல் அதிகமாயிருந்த காலங்களைப் பனிக்காலங்கள் (Glacial periods) என்றும், பனிப்பரவல் மிகக் குறைந்துள்ள காலங்களை—இடைப் பனிக்காலங்கள் (Interglacial periods) என்றும் சொல்லலாம். நான்கு பனிக்காலங்கள், குன்ச் (Gunz), மிண்டெல் (Mindel), ரிஸ் (Riss), வுர்ம் (Wurm) எனப்படுகின்றன. பனிப்பரவல் உச்சநிலையில் இருந்த காலம் ரிஸ் பனிக்காலமாகும். இடைப் பனிக்காலங்களில் வெப்பநிலை

தற்போதுள்ள வெப்பநிலையைவிட அதிகமாயிருந்ததென்று தாவரங்களின் ஃபாஸில்களிலிருந்து தெரிகிறது. மிண்டல் பனிக்காலத்திற்கும் ரிஸ் பனிக்காலத்திற்கும் இடையே யிருந்த இடைப் பனிக்காலம் 1,90,000 ஆண்டுகள் வரை நீடித்து இருந்தது. வுர்ம் பனிக்காலம் முடிவடைந்து சுமார் 30,000 ஆண்டுகள் ஆகியுள்ளன. இப்பொழுதுள்ள இடைப் பனிக்காலம் நீடித்து, வெப்பநிலை படிப்படியாக அதிக மாகலாம். வெப்பநிலை அதிகமானல் பனியடுக்குகள் உருகிக் கடல் மட்டம் உயரக்கூடும். கடற்கரையிலுள்ள சமவெளிகள் கடல் மட்டத்தின் கீழ் அமிழ்ந்துவிடக்கூடும். இம்மாறுதல் கள் மிகவும் மெதுவாக நிகழ்கின்றன. பிளேயிஸ்டோஸீன் பனியுகத்தில் ஏற்பட்ட காலநிலை மாறுதல்களின் பயனாக மனிதன் புவிப்பரப்பில் தோன்றினன்.

17. அலைகள்

கடல் அலைகளின் அரிப்பால் ஏற்படும் நிலத்தோற்றங்களை நிலமும் கடலும் கூடுகின்ற கடற்கரைப் பகுதிகளில் தான் காணலாம். கடல் மட்டம் ஒரே நிலையில் இல்லாமல் இருக்கும் இடங்களில், கடல் அலைகளால் ஏற்பட்ட நிலத்தோற்றங்கள் கடற்கரையை யடுத்துள்ள பிரதேசத்திலும், கடல் மட்டத்திற்குக் கீழேயும் இருக்கக்கூடும். கடல் மட்டம் முன்பு இருந்த நிலையைவிடத் தாழ்ந்துபோயின், முன்பு அலைகளால் அரிக்கப்பட்ட பிரதேசம் கடல் மட்டத்திற்குமேல் இருக்கும். அது முந்திய கடற்கரையைக் குறிக்கும். கடல் மட்டம் உயர்ந்தால் முன்பு தோன்றிய நிலத்தோற்றங்கள் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே அமிழ்ந்துவிடுகின்றன. கடல் மட்ட மாறுதல்கள் ஓரிடத்தை மட்டும் அல்லது ஒரு பிரதேசத்தை மட்டும் பாதிக்கலாம். கடற்கரையில் உருவாகும் நிலத்தோற்றங்கள், அலைகளால் மட்டுமன்றி, கடல் நீரோட்டங்களாலும், ஓதப்பெருக்கத்தாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

கடலில் காணப்படும் அலைகள் பெரும்பாலும் காற்று வீசுவதால் ஏற்பட்டவை. நீர்ப்பரப்பின்மீது காற்று வீசும் போது உராய்தலால், நீரின் பரப்பும் காற்று வீசும் திசையில் தள்ளப்படுகிறது. இதனால் நீர்ப்பரப்பில் சிறிய மேடுபள்ளங்கள் உண்டாகின்றன. மேட்டுப் பகுதிகள், காற்று வீசுவதால் மிகவும் பாதிக்கப்பட்டுப் பெரிய முடி (Crest) களாகின்றன. இரண்டு முடிகளுக்கு இடையே கடல் மட்டம் தாழ்ந்து இருக்குமிடம் தாழி (Trough) எனப்படும். அலைகளின் கூறுகளை அவைகளின் உயரம், நீளம், காலம் அல்லது வேகம் இவைகளிலிருந்து அறியலாம். அலையின் உயரம் (Wave height) அலையின் முடிக்கும் தாழிக்கும் இடையேயுள்ள மட்டத்தின் வித்தியாசத்தைக் குறிக்கிறது. அலையின் நீளம் (Wave length), அடுத்துள்ள இரண்டு முடிகளுக்கும் அல்லது தாழிகளுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தைக் குறிக்கிறது.

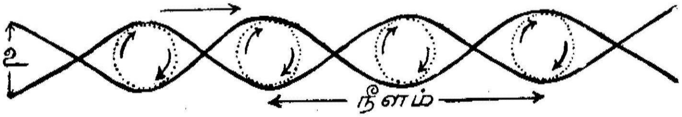
அலையின் வேகத்தை (Wave velocity) ஒரு வினாடிக்கு எவ்வளவு செ. மீ. செல்கிறது என்று கணக்கிடலாம். அலையின் காலம் (Wave period), ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தை அடுத்துள்ள இரண்டு முடிகள் அடைவதற்கு வேண்டிய காலத்தைக் குறிப்பிடும்.

கடல் அலைகளின் உயரம் மூன்று காரணங்களால் பாதிக்கப்படுகிறது. 1. காற்றின் வேகம். 2. காற்று நீடிக்கும் காலம். 3. காற்று வீசும் கடற்பகுதியின் பரப்பளவு. காற்றின் வேகம் அலைகள் உண்டாவதற்கு வேண்டிய விசையைக் கொடுப்பதால், வேகம் அதிகமாக, அலைகளின் உயரமும் அதிகரிக்கிறது. காற்று நீண்டகாலம் நீடித்து வீசினால்தான் அலைகள் பெருமளவில் வளர்ச்சியடைகின்றன. காற்றின் வேகத்தில் மாறுதல்கள் இருந்தால் அலைகள் பெரியவையாவதில்லை. காற்று வீசும் கடற்பரப்பு அலைகள் போகப் போக வளர்ச்சி பெறுவதற்குத் தக்கதாக இருக்கவேண்டும். குறுகிய அல்லது நிலத்தால் சூழப்பட்ட கடற்பகுதிகளில் அலைகள் சிறிய அளவில்தான் இருக்கின்றன. காற்றின் வேகம் அதிகரித்தால், அலையின் உயரம் பன்மடங்கு அதிகரிக்கிறது. காற்றின் வேகம் 1 மணிக்கு 15 கி. மீ.களாக இருந்தால், அலையின் உயரம் சுமார் 1 மீ.க்குக் குறைவாகவே இருக்கும். காற்றின் வேகம் 1 மணிக்கு 75 கி. மீ.களாக மாறினால், அலைகளின் உயரம் 20 மீ. வரையில் இருக்கலாம். காற்று வீசும் இடத்தில் உண்டான பெரிய அலைகள், காற்று வீசும் இடத்தைவிட்டு வெகுதூரம் செல்லும்போது, அவைகளின் உயரம் குறைந்துவிட, நீளம் அதிகரிக்கிறது. இதைக் காற்று இன்றித் தோன்றும் அலை அல்லது கொந்தளிப்பு (Swell) எனலாம். இவ்வலைகளின் ஆற்றல் குறைந்துவிடுவதால் அவைகளின் வேகமும் குறைந்துவிடும். கடலில் புயல் காற்று வீசும்போது மிகப்பெரிய அலைகள் ஏற்படுகின்றன. வங்காள விரிகுடாவின் மையத்தில் புயல் காற்று வீசும் போது, அங்கு உண்டாகும் பெரிய அலைகள், இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரையை அடையும்போது, கொந்தளிப்பு ஏற்படுகிறது. பல திசைகளிலிருந்து காற்று வீசுமிடங்களில் கடல் அலைகளின் அமைப்பு ஒழுங்கற்றதாய் இருக்கும்.

கடலின் தரைப் பகுதியில் புவியதிர்ச்சி ஏற்படுவதால், பெரிய அலைகள் கடலில் தோன்றுகின்றன. இவை சூனமி (Tsunami) எனப்படும். அலைகளின் நீளம் 100 முதல் 200 கி.மீ. வரை இருக்கும். அலைகளின் உயரம் நடுக்கடலில் சில மீட்டர்

களாக இருந்தாலும், கடற்கரையினருகே 16 மீ. முதல் 30 மீ.க்கு மேல் உயர்ந்துவிடும். இவ்வலைகள் நீண்ட நேரம் நீடித்து இருப்பதில்லை. பசிபிக் சமுத்திரத்தின் தரையில் புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்படும்போது, ஜப்பானியத் தீவுகளின் கடற்கரையிலும், அமெரிக்கா கண்டங்களின் மேற்குக் கடற்கரையிலும், சூனமிக்கள் தோன்ற, அதனால் சேதங்கள் விளைகின்றன. கடற்கரையிலுள்ள கிராமங்களும், அவைகளில் வாழும் மக்களும் பாதிக்கப்படுகிறார்கள். புவியதிர்ச்சிகளைப் பதிவு செய்யும் கருவியைக்கொண்டு, புவியதிர்ச்சி ஏற்பட்ட இடத்தையும், அங்கிருந்து சூனமிக்கள் வந்து சேரக்கூடிய நேரத்தையும், அறிவிக்க முடியும். முன் அறிவிப்பினால், பாதிக்கக்கூடிய கடற்கரையிலிருந்து மக்களையும், பொருளையும் முடிந்தவரையில் அகற்றவும் முடியும்.

நடுக்கடலில் காணும் அலைகளில், நீரின் அசைவு, அலையின் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் இருக்கும். இந்த அலைகளைக்

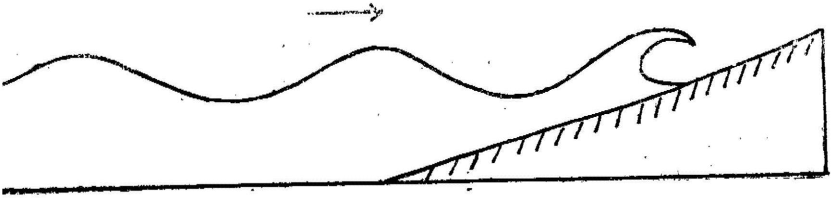


படம்—88. குறுக்கு அலைகள். உ-உயரம். காற்று வீசும் திசையையும் நீர்த்துளிகளின் வட்டமான போக்கையும் கவனிக்கவும்.

குறுக்கு அலைகள் (Transverse waves) எனலாம். ஒவ்வொரு இடத்திலுமுள்ள நீர் அதே இடத்தில் நிலையாக இருக்கும். அலையின் திசையில் நீரின் அசைவு இருக்காது. அலையின் முடி ஓர் இடத்தை அடையும்போது, அவ்விடத்திலுள்ள நீர் முன்னோக்கி உயரும்; அலையின் தாழி வரும்போது, பின்னோக்கிக் கீழிறங்கும். இவ்வகையில் நீரின் அசைவு ஓர் வட்டமான போக்கை உடையதாய் அமைந்திருக்கும். கடலின் பரப்பில் தான் நீரின் அசைவு அதிகமாய் இருக்கும். ஆழம் அதிகமாயுள்ள இடங்களில் நீர் அசையாமல் இருக்கும். இந்த மட்டத்தை அலையின் அடி மட்டம் (Wave base) எனலாம். இந்த மட்டத்திற்குக் கீழே அலையினால் ஏற்படும் விளைவுகள் காணப்படுவதில்லை. அலையின் அடி மட்டம் கடல் மட்டத்திலிருந்து சுமார் 200 மீ. ஆழத்தில் இருக்கிறது என்று ஜான்ஸன் (Johnson) கருதினார். குறுக்கு அலைகளில் அலையின் ஆற்றலும், உருவமும்தான் கடல் நீரில் பரப்பப்படுகிறது.

உயர்ந்த செங்குத்தான அலைகளில் நீரின் அசைவு நீள் வட்ட வடிவில் (Elliptical) இருப்பதால் அலைகள் செல்லும்போது நீர்த்துளிகளும் அலைகளின் திசையில் சிறிது செல்கின்றன. கடலின் ஆழம் அலையின் அடிமட்டத்தைவிட ஆழமாயிருந்தால் தான் குறுக்கு அலைகள் தோன்றுகின்றன.

கடற்கரையை யடுத்துள்ள கடலில், ஆழம் குறைந்து இருப்பதால், அலைகள் வளர்ச்சிபெற முடிவதில்லை. காற்றின் திசையில் நீர் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. அலைகளின் முடிப் பகுதிகள் உடைந்து உடையலைகள் (Breakers) உண்டாகின்றன.

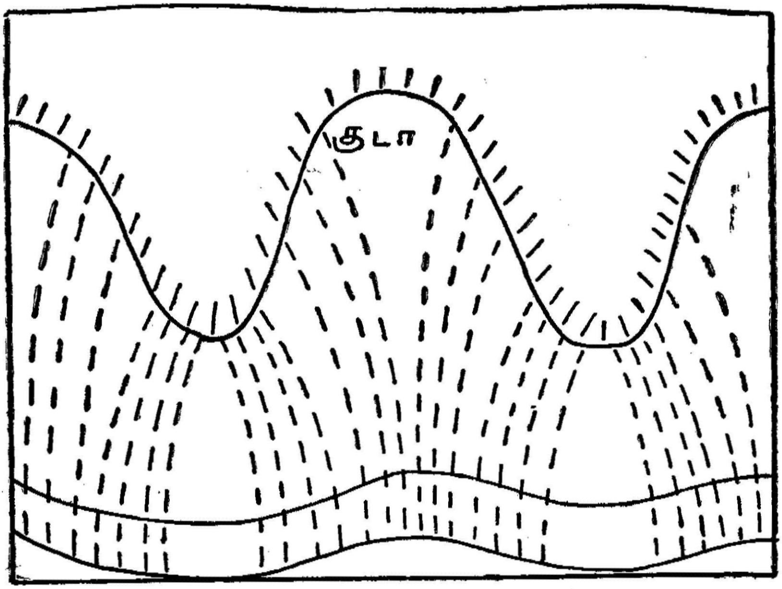


படம்—89. கடற்கரையின் அருகே அலைகள் கவிழ்ந்து உடைந்துவிடுவதைக் காட்டுகிறது.

இந்த அலைகள் நெடு அலைகள் (Longitudinal waves) எனப்படும். அலையின் திசையில் நீர் முன்னும், பின்னும் செல்கிறது. இந்த அலைகளால்தான் கடற்கரையிலுள்ள பாறைகள் அரிக்கப் பட்டு, பாறைத்துகள்கள் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

அலைகள் கடற்கரையை யடைந்து உடைந்துவிடுவதற்கு முன் அவைகளின் போக்கு மாறுகிறது. கடலின் ஆழம் அலையின் நீளத்தில் பாதிக்கும் குறைவாக இருந்தால், கடல் தரையால் அலைகள் முறிவு (Refraction) பெறுகின்றன. அலைகளின் திசைக்குச் செங்குத்தாகக் கடல்தரையில் பள்ளத்தாக்கு இருந்தால் அலைகள் விரிவடைகின்றன (Divergence). கடல் தரையில் குன்றுத் தொடர் இருந்தால் அலைகள் நெருங்கி வருகின்றன (Convergence). இதனால் அலைகளின் ஆற்றல் சில விடங்களில் அதிகமாயும், மற்றவிடங்களில் குறைந்தும் காணப்படுகிறது. அலைகளின் போக்கில் எறிகரை (Jetty), அதிக சரிவுள்ள கடல்தரை போன்ற தடைகள் இருந்தால் அலைகள் பிரதிபலிக்கப்பட்டுப் (Reflection) பின்னடைகின்றன. கொந்தளிப்புக் (Swell) கடற்கரையால் பிரதிபலிக்கப்பட் டால், முன்வரும் அலைகளும், பிரதிபலிப்பால் பின்

செல்லும் அலைகளும் கூடி, நிலையலைகள் (Standing waves) தோன்றலாம். அலைகள் ஒரு தடையின் ஓரத்தைத் தாண்டிச் செல்லும்போது, அதன் திசை மாறிக் கோணலாகிறது



படம்—90. நீட்டு நிலங்களின் அருகே அலைகள் நெருங்குகின்றன ; குடாக்களில் அவை விரிவடைகின்றன.

(Diffraction). அத்தடைக்குப் பின்பக்கத்தில் அலையின் விளைவு தெரியாது. இம்மாறுதல்களைத்தவிர அலையின் நீளமும், வேகமும் குறைந்துவிடுகின்றன. அலையின் முடிப்பகுதி செங்குத்தாக மாறுகிறது. நீரின் ஆழம் அலையின் உயரத்தைப் போல 1 முதல் 1·5 மடங்குக்குக் குறைவாக இருந்தால் அலைகள் உடைந்துவிடுகின்றன. அலைகள் உடைந்தபிறகு, அவை நெடு அலைகளாக மாறி முன்னும் பின்னும் செல்கின்றன. உடையலைகள் ஏற்படும்போதுதான் அலைகளின் ஆற்றல் கடற்கரையையும், கடல் தரையையும் அரிக்க உதவுகிறது. செங்குத்துச் சரிவுள்ள கடற்கரைகளில் உடையலைகள் உயரமாக இருக்கும். மென்சரிவுள்ள கடற்கரைகளில் உடையலைகள் தாழ்ந்து இருக்கும்.

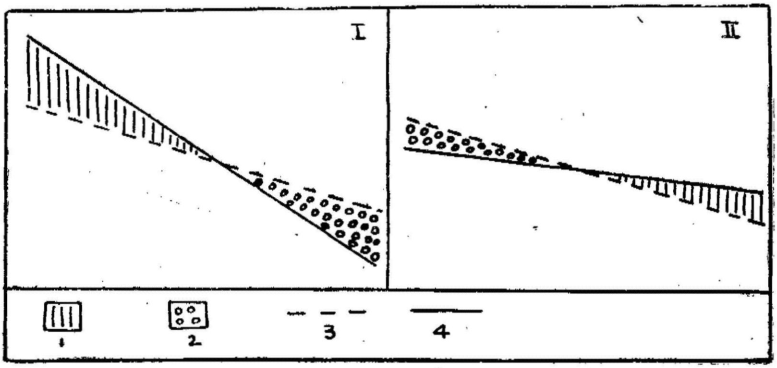
கடல் நீரோட்டங்களில் நீர் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செல்கிறது. கடல் நீரோட்டங்களின் அமைப்புக் காற்று

மண்டலங்களாலும், கண்டங்களின் பரவலாலும் பாதிக்கப்படு கிறது. நீரோட்டங்களும், கோணலாக வரும் அலைகளும், கடற்கரையை அடைந்தால், அவைகளின் திசைமாற்றப்பட்டு, கடற்கரைக்கு இணையாக நீரோட்டம் செல்கிறது. இதைக் கரை ஒட்டிய நீரோட்டம் (Longshore current) எனலாம். இந்நீரோட் டங்களின் வேகம் நிலத்தின் அரிப்பை உண்டாக்காவிட்டா லும், அரிக்கப்பட்ட பொருள்களைக் கொண்டு செல்ல உதவு கிறது. கடல் அலைகள் உடைந்தபிறகு கடற்கரையை நோக்கி யும் (Swash) அதற்கு எதிராகவும் (Back Swash) நீரோட்டங்கள் உண்டாகின்றன. இவையும் அரிக்கப்பட்ட பொருள்களைக் கொண்டுசெல்ல உதவுகின்றன. ஓதப்பெருக்கினாலும் நீரோட் டங்கள் (Tidal current) கடலில் தோன்றுகின்றன. குறுகிய குடாக்களிலும், பொங்குமுகங்களிலும், இந்நீரோட்டங்களின் வேகம் அதிகமாக இருக்கும். இதன் விளைவால், ஆற்றுப் பாதை களில் வண்டல் படியாமல் அவை ஆழமாக இருக்கின்றன. ஓதப் பெருக்கம் நிகழும்போது சில பொங்குமுகங்களில் கடல் நீர் மட்டம் சில மி.மீ.கள் உயர்ந்து, ஓதப்பேரலையாக (Bore) ஆற்று வழியில் பரவும். அமெசான் (Amazon) ஆற்றில் ஓதப் பேரலையின் உயரம் 5 முதல் 6 மீட்டர் வரை இருக்கும். ஓதப் பேரலைகளால் பொருள்கள் கொண்டுசெல்லப்படுவதோடு, தரையும் அரிக்கப்படலாம். அலைகளால் கடற்கரையை நோக் கிக் கொண்டுசெல்லப்படும் நீரின் பெரும்பகுதி, கடல் தரை யில் கீழிழுப்பாகப் (Undertow) பின்வாங்குகிறது. கடற்கரை களின் சிலவிடங்களில் வேகமாகக் கடல் நோக்கிப்பாயும் நீரோட்டங்களைக் காணலாம். இவை நீர்க் கொந்தளிப்பு (Rip currents) எனப்படும். இந்நீரோட்டங்கள் குறுகியவை யாய் இருக்கும். இவை அதிக அளவான சுமையைக் கடல் நோக்கிக் கொண்டுசென்று கடல் தரையில் படியச் செய் கின்றன.

அலைகளாலும் நீரோட்டங்களாலும் ஏற்படும் அரிப்பின் விளைவுகள் கடற்கரையை அடுத்த நிலத்திலுள்ள பாறைகளின் தன்மையாலும் நிலத்தின் சரிவாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஓத இறக்கத்தின் (Low tide) மட்டத்திலிருந்து அலைகளின் செய்கையால் பாதிக்கப்படும் மட்டம் வரையிலுள்ள பகுதி, கடற்கரை (Shore) எனப்படும். நீரும் நிலமும் சேரும் இடம் கடற்கரைக்கோடு (Shore line) எனப்படும். கடற்கரையை யடுத்துள்ள நிலப்பகுதியைக் கடலோர நிலப்பகுதி (Coast) எனலாம். கடலோர நிலப்பகுதிக்கும், கடற்கரைக்கும் இடையேயுள்ள எல்லை நிலவரைக்கோடு (Cost line) எனப்

படும். கடற்கரையின் போக்குக் கடல் மட்டத்தின் மாறுபாடு களால் பாதிக்கப்படுகிறது.

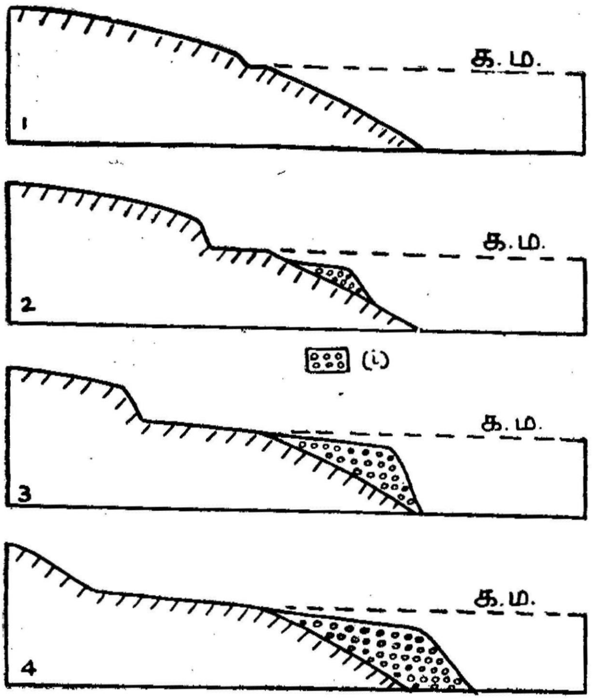
கடற்கரையின் தொடக்கச் சரிவின் (Initial Profile) அளவு, கடல் அலைகளின் செய்கையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. கடற்கரையின் தொடக்கச் சரிவு செங்குத்தாக இருந்தால், கடற்கரையை யடுத்துக் கடலின் ஆழம் அதிகமாயிருக்கும். கடல் அலைகள் தடையின்றிக் கடற்கரை வரையில் வந்து, கடற்கரையினருகே உடைந்துவிடுகின்றன. இதனுல் கடற்கரையி



படம்—91. I. இப்படத்தில் கடற்கரையின் தொடக்கச் சரிவு செங்குத்தாக இருக்கிறது.
II. இப்படத்தில் கடற்கரையின் தொடக்கச் சரிவு மென்மையாக இருக்கிறது. 1. அரிக்கப்படும் பகுதி.
2. பொருள்கள் படிவாகும் பகுதி. 3. சமநிலைச் சரிவு.
4. தொடக்கச் சரிவு.

லுள்ள நிலப்பகுதி அரிக்கப்படுகிறது. கடற்கரையின் சாய்வு குறைக்கப்படுகிறது. அரிக்கப்பட்ட பாறைத் துகள்கள், அலைகளின் கீழிழுப்பு நீரோட்டங்களால் கொண்டுசெல் லப்பட்டு, ஆழமான கடல் தரையில் படிந்துவிடுகின்றன. கடற்கரையிலுள்ள பகுதி அரிக்கப்படுவதும் கடல் தரையில் படிதல் ஏற்படுவதும், தொடர்ந்து நிகழ்வதால், கடற்கரையின் சாய்வு குறைக்கப்படுகின்றது. கடற்கரையின் நெடும் பக்கப்பார்வை ஒரே சீராக்கப்பட்டதாக அமைந்துவிடுகிறது. கடற்கரையில் அலைகளின் அரிப்பால் ஓங்கல் தோன்றிப் படிப்படியாகப் பின்னடைகிறது. ஓங்கலுக்குக் கீழே அலைகளின் அரிப்பாலான ஒரு மேடை (Wave cut platform) உருவாகிறது. கடல் தரையில் பொருள்கள் படிவதால், கடல் கீழ்த்

திட்டு (Submarine terrace) ஏற்படுகிறது. இவ்வகையில் அலைகளின் செயலால் தொடக்கத்திலுள்ள செங்குத்துச் சரிவு குறைக்கப்பட்டுச் சமநிலைச் சரிவு (Equilibrium slope) தோன்றுகிறது.



படம்.—92. அலைகளின் செய்கையில் அரிப்பாலான மேடையும், கடல் கீழ்த்திட்டும் உருவாகும் நிலைகள். ஓங்கல் பின்னடைவதையும் கடல் கீழ்த்திட்டுப் படிப்படியாக வளர்வதையும் காணலாம். (1) படிவுகள்; க. ம. கடல் மட்டம்.

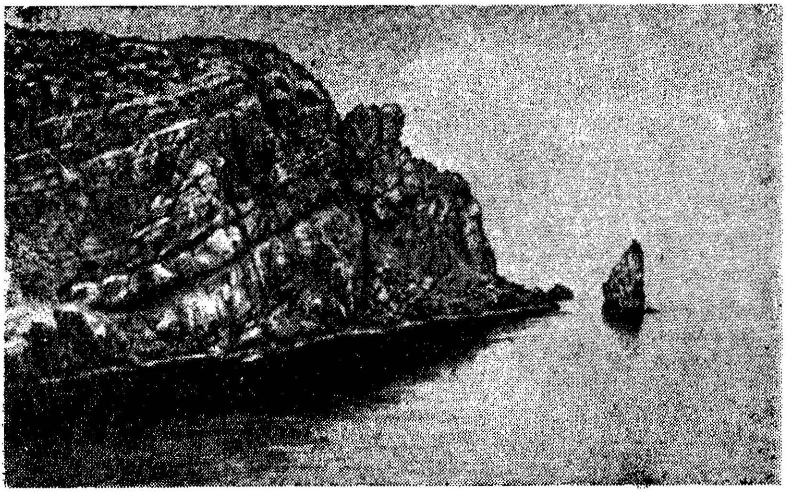
கடற்கரையின் தொடக்கச் சரிவு மென்மையானதாய் இருந்தால், கடற்கரையை யடுத்துக் கடலின் ஆழம் குறைந்ததாய் இருக்கும். இதனல் அலைகள் கடற்கரையை அடைவதற்கு முன்பே உடைந்துவிடுகின்றன. கடல்தரை அலைகளின் ஆற்றலால் அரிக்கப்படுகிறது. அரிப்பால் கடல் தரையின் ஆழம் அதிகரிக்கிறது. அரிக்கப்பட்ட பொருள்களில் சில நெடு அலைகளால் கொண்டுசெல்லப்பட்டுக் கடற்கரையில் படிந்துவிடுகின்றன. கடல் தரையில் அரிப்பும் கடற்கரையில் படிதலும் தொடர்ந்து நிகழ்வதால் கடற்

கரையின் நெடும் பக்கப்பார்வை ஒரே சீராக்கப்படுகிறது. தொடக்கத்திலுள்ள மென்சரிவு அதிகமாகிச் சமநிலைச் சரிவு தோன்றுகிறது.

கடல் அலைகளின் செயல், அரிப்பு, கொண்டுசெல்லல், படிதல் என்ற மூன்று வகையிலும் காணப்படுகிறது. இச் செயலால் கடற்கரையில் பல நிலத்தோற்றங்கள் உண்டாகின்றன. அலைகள் உடையும்போது, நீரின் அழுத்தம் அதிகமாயிருப்பதால், அவ்விடங்களிலுள்ள பாறைகள் அரிக்கப்படுகின்றன. பாறைகளில் இணைப்புகள் இருக்குமிடங்களில் இவ்வகை அரிப்பு எளிதில் ஏற்படுகிறது. பாறைகளின் இணைப்புகளில் உள்ள காற்று அலைகளின் அழுத்தத்தால் அமுக்கப்பட்டு, அலைகள் பின்னடையும்போது, விரிவடைகிறது. இதனால் பாறை இணைப்புகள் அகலமாகிப் பாறைகள் உடைந்துவிடுகின்றன. உடைந்துவிழும் துகள்கள் அரிப்புக்குத் தகுந்த கருவிகளாக அமைகின்றன. இத்துகள்கள் அலைகளால் கடற்கரையின்மேல் வீசி எறியப்படுகின்றன. கடற்கரையில் முன்னும் பின்னுமாக இத்துகள்கள் கொண்டுசெல்லப்படும்போது, உராய்தலால் அரிப்பு ஏற்படும். பாறைத் துகள்கள் ஒன்றோடொன்றும் கடற்கரையோடும் உராய்வதால் அவை உடைந்து சிறியவையாக மாறி இறுதியில் பரலும், மணலும் ஆகின்றன. மென்பாறையுள்ள இடங்களில் கடற்கரை எளிதில் அரிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. பாறையிலுள்ள சில தாதுப் பொருள்கள் கடல் நீரில் கரைந்தும், மற்றுஞ்சில இரசாயன முறையால் சிதைக்கப்பட்டும் விடுகின்றன.

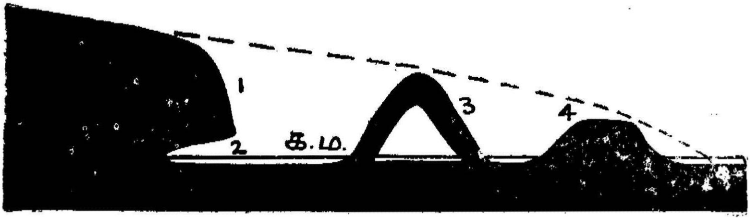
கடல் அலைகளின் அரிப்பால் சில நிலத்தோற்றங்கள் உருவாகின்றன. 'இவைகளில் பொதுவாகக் காணப்படுவது ஓங்கல் (Cliff) எனப்படும். தொடக்கத்தில் அவைகளின் உயரம் குறைந்திருக்கும். நாளடைவில் அவைகளின் உயரம் அதிகரிக்கிறது. ஓங்கல்கள் கடற்கரையிலிருந்து மெதுவாகப் பின்னடைகின்றன. 'ஓங்கல்களின் உயரமும் அவைகளின் சரிவும் பல காரணங்களால் பாதிக்கப்படுகின்றன. (i) கடினமான பாறைகளில் ஓங்கல்கள் செங்குத்துச் சரிவுடையவையாயும், உயர்ந்தும் இருக்கின்றன. (ii) மென்பாறைப் பிரதேசங்களில் ஓங்கல்களின் உயரமும் சரிவும் குறைந்து காணப்படும். பாறைப்படைகளின் சாய்மானம் கடல் நோக்கி (Seaward) இருந்தால் பாறைகள் படைத்தளங்களின் வழியாகச் சரிந்து விடக்கூடும். ஆகையால் ஓங்கல்களின் உயரமும், சரிவும், குறைந்து இருக்கும். பாறைப்படைகளின் சாய்மானம் நிலம்

நோக்கி (Landward) இருந்தால் ஓங்கல்கள் உயரமாய் இருக்கும். கடற்கரையில் மென்பாறையிருக்குமிடங்களில் அரிப்பு எளிதில் ஏற்படுவதால், சிறு குடாக்களும் (Cove) பெருங்குடாக்களும் (Bight) தோன்றுகின்றன. ஓங்கலில் தோன்றும்



படம்—93. க்ரிமியாவின் (Crimea) கடற்கரையில் அரிபடாப் பாறையாலான உயர்ந்த ஓங்கலும் அதையடுத்துச் சிறிய பாறைத்தீவும்.

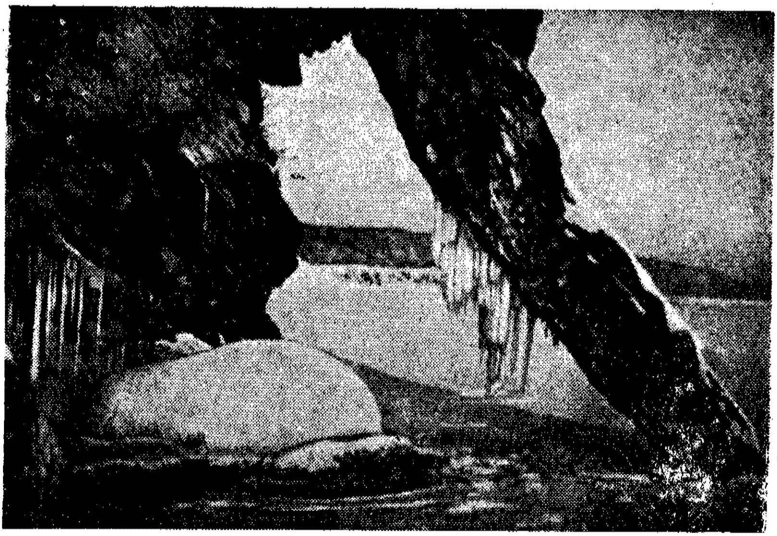
பாறைகளின் கீழ்ப்பகுதி சில இடங்களில் விரைவில் அரிக்கப்பட்டுக் கடற்குகைகளும் (Sea caves) உண்டாகின்றன. இக்



படம்—94. அலைகளின் அரிப்பால் உருவாகும் நிலத்தோற்றங்கள்.
1. ஓங்கல். 2. கடற்குகை. 3. பாறை வளைவு.
4. பாறைத்தீவு. க. ம. கடல் மட்டம்.

குகைகள் பெரிதாகும்போது, மேலுள்ள பாறைகளும் ஆதாரமின்றி விழுந்துவிடக்கூடும். ஓங்கல்கள் தோன்றிப் பின்

னடையும்போது, நிலத்திலிருந்து பாயும் ஆறுகள் கடலை அடையுமிடத்தில் தொங்கும் பள்ளத்தாக்கைக் (Hanging valley) காணலாம். இவ்வாறு ஆறுகளிலுள்ள நீர் ஓங்கலின் மேற்

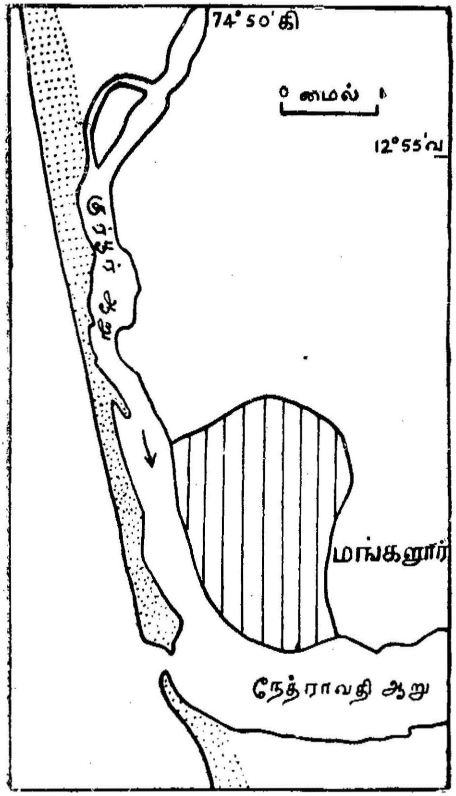


படம்—95. பைகல் (Baikal) ஏரியின் கரையிலுள்ள ஓங்கலும் அதையடுத்த பாறை வளைவும்.

பரப்பிலிருந்து செங்குத்தாக விழுந்து கடலை அடைகிறது. ஓங்கல்கள் பின்னடையும்போது, அவைகளின் சில பகுதிகள் தனித்துச் சிறிய பாறைத் தீவாக (Stack) இருக்கலாம். இவை அலைகளின் அரிப்பாலான மேடையிலிருந்து ஓங்கி நிற்கின்றன. இப்பெரும் பாறைகளின் இரு பக்கங்களும் அலைகளால் அரிக்கப்பட்டால் பாறைவளைவு (Sea arch) ஏற்படுகிறது. தனித்து நிற்கும் பாறைத் தீவுகளும், பாறை வளைவுகளும், ஓங்கல்கள் பின்னடையும் நிலைகளைக் குறிக்கின்றன. இவை யாவும் இறுதியில் அரிக்கப்பட்டுச், சமதளமான அரிமேடை உண்டாகிறது. ஓங்கல்கள் பின்னடைவதால் அரிமேடைகளின் அகலம் அதிகரிக்கிறது. அகலமான அரிமேடைகளின் மேல் அலைகள் பாயும்போது அவைகளின் ஆற்றல் குறைந்து விடுவதால், ஓங்கல்களின் அரிப்பும் குறைந்து விடுகிறது.

அரிப்பால் ஏற்படும் பொருள்கள், அலைகளின் ஆற்றல் குறைவாயுள்ள கடற்கரைப் பகுதிகளிலும், கடல் தரையிலும்

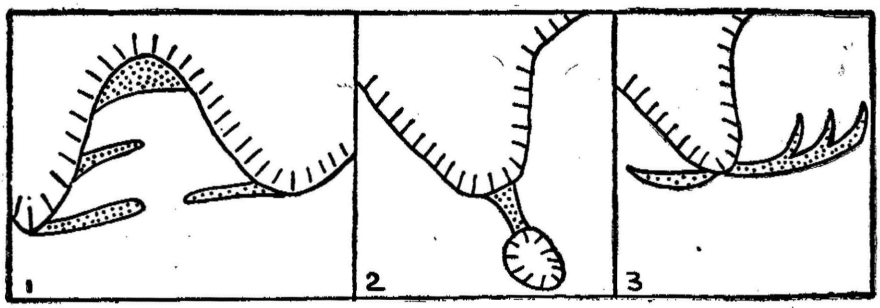
படிந்து விடுகின்றன. அப்படிவுகளால் ஏற்படும் நிலத் தோற்றங்களில் பொதுவாகக் காணப்படுவது பீச்சு (Beach) எனப்படும். இதில் மணலும் பரலும் படிந்து திட்டாக இருக்கும். பீச்சில் உள்ள பொருள்கள் ஆறுகளால் நிலத்திலிருந்து



படம்—96. மங்களூருக்கு அருகே
கடற்கரையில் உள்ள மணற்றடை

கொண்டு வந்தவையாயும், அலைகளால் கொண்டு வந்தவையாயும் இருக்கலாம். பீச்சுகளைக் குடாக்களின் ஓரங்களில் காணலாம். பீச்சுகளின் பரப்புக் காலக்கழிவில் அதிகமாகிறது. சில விடங்களில் மணலும் பரலும், கடல் தரையில் நீளமாகப் படிந்து விடுகின்றன. இவை கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே இருந்தால் அவற்றைக் கடல் கீழ் (Sub marine) மணற்றடை என்லாம். கடல் மட்டத்திற்கு மேல் காணப்பட்டால்

அவை மணற்றடை (Sand bar) எனப்படும். இவை குடாக்களின் எப்பகுதியிலும் இருக்கலாம். குடாவின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்தை நோக்கி இவை நீண்டு இருக்கும். குடாக்களின் மையத்தில் இருந்தால் மையக்குடா மணற்றடை (Mid-bay-Bar) என்றும், குடாக்களின் முகத்திலிருந்தால், குடா



படம்—97. கடற்கரையில் படிவுகளால் உருவாகும் நிலத்தோற்றங்கள்.
1. பீச்சும் மணற்றடைகளும். 2. தீவை இணைக்கும் மணல் திட்டு.
3. சிறகுள்ள நீட்டு நிலம்—கொக்கி போன்ற ஸ்பிட்.

முகமணற்றடை (Bay-mouth-Bar) என்றும் இவற்றைக் கூறலாம். சிலவிடங்களில், கடற்கரையிலிருந்து நாக்குபோல் நீண்ட மணற்றடை கடற்கரைக்கு ஏறக்குறைய இணையாக உண்டாகலாம். இவை ஸ்பிட் (Spit) எனப்படும். இப்படிவுகள் நீரோட்டங்களால் பாதிக்கப்பட்டுக் கொக்கிபோல் வளைவு பெற்று அமையலாம். அவற்றைக் கொக்கிபோன்ற ஸ்பிட் (Hooked Spit) எனலாம். நீட்டு நிலங்களின் (Head land) இருபக்கங்களிலும் இறக்கைகள்போல் மணற்படிவுகள் நீண்டு இருந்தால், அவற்றைச் சிறகுள்ள நீட்டு நிலங்கள் (Winged Headland) என்றழைக்கலாம். சில விடங்களில் மணற்றடைகள் தீவையும் கடற்கரையையும் இணைக்கக் கூடும். இவை தீவை இணைக்கும் மணல்திட்டு (Tombolo) எனப்படும். கரையையடுத்துள்ள கடல் தரையில், கடற்கரைக்கு இணையாக மணற்றடைகள் தோன்றிக் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் வளர்ந்து, கரையினின்று நீங்கிய மணற்றடைகள் (Offshore bars) உருவாகின்றன. நீட்டு நிலத்திற்கு முற்பகுதியில், கூருருவான முக்கோண வடிவுள்ள மணற்படிவுகள் (Cuspate foreland) சில கடற்கரைகளில் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு அலைகளால் ஏற்படும் படிவுகள் பல உருவங்களை உடையவையாய் இருக்கின்றன.

கடற்கரைகளை வகைப்படுத்தல்

கடற்கரைகளை நான்கு பிரிவுகளாக ஜான்ஸன் (Johnson) வகைப்படுத்தினர். 1. அமிழ்ந்த கடற்கரை (Shoreline of-Submergence), 2. உயர்ந்த கடற்கரை (Shoreline of Emergence), 3. நடு நிலையான கடற்கரை (Neutral Shoreline), 4. கூட்டுக் கடற்கரை (Compound Shoreline). கடற்கரையை யடுத்துள்ள நிலப்பகுதி அமிழ்ந்ததாலேற்பட்ட கடற்கரை அமிழ்ந்த கடற் கரையாகும். இது நிலத்தின் மட்டம் புவி அசைவுகளால் தாழ்த்தப்படுவதாலும் அல்லது கடல் மட்டம் உயர்வதாலும் ஏற்படலாம். உயர்ந்த கடற்கரை நிலத்தின் மட்டம் உயர்வ தால் தோன்றுகிறது. உயர்ந்த கடற்கரைப் பகுதியில் முன்பிருந்த கடல்தரை பரப்பில் வெளிப்படுகிறது. கடல் மட்டம் தாழ்ந்து விடுவதாலும் உயர்ந்த கடற்கரை அமைய லாம். நடுநிலையான கடற்கரையின் கூறுகள் கடல் மட்டம் அல்லது 'நிலத்தின் மட்டம் உயர்வதாலும், தாழ்ந்து விடுவ தாலும் ஏற்பட்டவை அல்ல. கூட்டுக்கடற்கரையின் கூறுகள், அமிழ்தல், உயர்தல் இரண்டாலும் தோன்றியவை. ரியா (Ria) கடற்கரையும், ஃபியர்டுகளுள்ள (Fiord) கடற்கரையும் அமிழ்ந்த கடற்கரைக்கு உதாரணங்களாகும். டெல்டாக் களின் கடற்கரைகளும், வண்டற் சமவெளியின் (Alluvial plain) கடற்கரைகளும், பனியாற்று வண்டற் சமவெளிக் (Outwash plain) கடற்கரைகளும், எரிமலையின் கடற்கரைகளும், முருகைப் பார் (Coal reef) கடற்கரைகளும், பிளவுபட்ட (Fault) கடற்கரைகளும், நடுநிலையான கடற்கரைக்கு உதாரணங்க ளாகும். ஜான்ஸனின் இவ்வகைப்படுத்தல், கடற்கரைகளின் தோற்றத்தைப் பின்பற்றியதாகும். இது தெளிவாகவும் எளிதில் புரிந்துகொள்ளக் கூடியதாயும் இருக்கிறது. இவ் வகைப்படுத்தலுக்குச் சில எதிர்ப்புக்கள் உள்ளன. கடந்த பனியுகத்திற்குப் பிறகு, கடல் மட்டத்தில் ஏற்பட்ட ஏற்றத் தாழ்வுகளால் எல்லாக்கடற்கரைகளும் பாதிக்கப்பட்டன. இவையெல்லாவற்றையும் கூட்டுக் கடற்கரைகளாகக் கருத வேண்டும். டெல்டா கடற்கரைகள் நடுநிலையிலுள்ளவை அல்ல என்றும், அவைகள் சிறிது சிறிதாக அமிழ்ந்து விடுகின் றன என்றும் ஷெப்பர்ட் (Shepard F. P.) கூறினர். பனிப்பரவ லின் மாறுபாடுகளுக்கு ஏற்பக் கடல் மட்டத்தில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களின் விளைவை ஜான்ஸன் சரியாக அறியவில்லை.

கடற்கரைகளை ஷெப்பர்ட் வேறுவிதமாக வகைப்படுத்தி ஞர். அவர் கடற்கரைகளை இருபிரிவுகளாகப் பிரித்தார்.

1. கடலின் அரிப்பால் அதிகம் பாதிக்கப்படாத இளமை நிலையிலுள்ள கடற்கரைகள். 2. கடலின் அரிப்பால் உண்டான நிலத் தோற்றங்களையுடைய முதிர்ந்த நிலையிலுள்ள கடற்கரைகள். இவ்விரு பிரிவுகளையும் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தினர்:

I கடல் சம்பந்தப்பட்ட அரிப்புச் செய்முறைகளால் மிகவும் பாதிக்கப்படாத நிலத்தோற்றங்களையுடைய இளமை நிலையிலுள்ள கடற்கரைகள்.

(A) பனியாறுகள் உருகுவதாலோ (Deglaciation) புவியோடு கீழ் நெளிவதாலோ (Down warping) கடல் மட்டம் உயர்ந்து, அரிக்கப்பட்ட நிலப்பரப்பு அமிழ்ந்து விடுவதால் தோன்றும் கடற்கரைகள்.

1. அமிழ்ந்த ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளுள்ள ரியா (Ria) கடற்கரைகள்.

2. அமிழ்ந்த பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளுள்ள ஃபியர்டு (Fiord) கடற்கரைகள்.

(B) படிவுகளாலான நிலப்பரப்பைக் கொண்ட கடற்கரைகள்.

1. ஆற்றுப்படிவுக் கடற்கரைகள்.

a. டெல்டா கடற்கரைகள்.

b. அமிழ்ந்த வண்டற் சமவெளிகள்.

2. பனியாற்றுப் படிவுகளாலான கடற்கரைகள்.

a. சிறிது அமிழ்ந்த மொரைன்கள்.

b. சிறிது அமிழ்ந்த ட்ரம்லின்கள்.

3. காற்றுப்படிவுகளாலான கடற்கரைகள்.

4. தாவர வளர்ச்சியால் பரவியுள்ள கடற்கரைகள்.

(C) எரிமலைகளின் செய்கையால் ஏற்பட்ட கடற்கரைகள்.

1. அண்மையில் ஏற்பட்ட லாவா அடுக்குகளுடைய கடற்கரைகள்.

2. எரிமலையின் சரிவு வெடித்து உடைந்துவிடுவதால் தோன்றிய கடற்கரைகள்.

(D) ஒட்டு உரு அழிவதால் (Diastrophism) தோன்றிய கடற்கரைகள்.

1. பிளவுச் சரிவுள்ள கடற்கரை.

2. மடிப்புப் பாறைகளாலான கடற்கரை.

II. பெரும்பாலும் கடல் சம்பந்தப்பட்ட அரிப்புச் செய்முறைகளால் தோன்றிய நிலத்தோற்றங்களை உடைய முதிர்ந்த நிலையிலுள்ள கடற்கரைகள்.

A. கடலில் அரிப்பால் உருவான கடற்கரைகள்.

1. கடலின் அரிப்பால் நேராக அமைக்கப்பட்ட கடற்கரைகள்.

2. கடலின் அரிப்பால் ஒழுங்கற்ற அமைப்புடைய கடற்கரைகள்.

(B) கடல் படிவுகளால் உருவான கடற்கரைகள்.

1. நேராக்கப்பட்ட கடற்கரைகள்.

2. படிவதால் சரிவு குன்றிய கடற்கரைகள்.

3. கடற்கரையினின்று நீங்கிய மணற்றடைகளும் ஸ்பிட்களும் உடைய கடற்கரைகள்.

4. முருகைப்பார் கடற்கரைகள்.

இவ்வகைப்படுத்தல் கடற்கரைகளின் கூறுகளை மட்டுமல்லாமல் அவைகளை அடுத்துள்ள நிலப்பகுதியின் தோற்றத்தையும் ஆதாரமாகக் கொண்டிருக்கிறது.

காட்டன் (Cotton C. A.) கடற்கரைகளை வகைப்படுத்தும் புதிய முறையை 1952ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார். கடற்கரைகளை 1. உறுதி நிலையிலுள்ள பிரதேசங்களைச் சார்ந்தவை என்றும், 2. உறுதியற்ற நிலையிலுள்ள பிரதேசங்களைச் சார்ந்தவை என்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். உறுதி நிலையிலுள்ள பிரதேசங்களில் கடற்கரையின் தோற்றம் கடல் மட்ட மாறுதல்களால் மட்டும் பாதிக்கப்படுகிறது. இக்கடல்மட்ட மாறுதல்கள் எல்லாக் கடற்பகுதிகளுக்கும் பொதுவானவை. ஆனால் உறுதியற்ற நிலையிலுள்ள பிரதேசங்களில், நிலத்தின் மேல் அல்லது கீழ் அசைவு ஏற்படுவதால், அவைகளின் தோற்றம் இவ்வசைவுகளின் அள

வாலும், கடல் மட்ட மாற்றங்களின் அளவாலும் பாதிக்கப் படுகிறது. கடந்த பனிக்காலத்திற்குப் பிறகு ஏற்பட்ட கடல் மட்ட மாற்றங்களையும், அண்மையில் உண்டான புவி அசைவு களையும் காட்டன் முக்கியமாகக் கருதினுர். அவர் கடற்கரை களை வகைப்படுத்திய முறை கீழே கொடுக்கப்பட்டிருக் கிறது.

A. உறுதிநிலையிலுள்ள பிரதேசங்களின் கடற்கரைகள்.

இக்கடற்கரைகள் அண்மையில் ஏற்பட்ட கடல் மட்ட உயர்வால் தாழ்த்தப்பட்டவையாகும்.

1. அண்மையில் உண்டான கடல் மட்ட உயர்வால் ஏற் பட்ட கூறுகளை உடையவை.
2. முன்பு உண்டான கடல் மட்டத் தாழ்வால் ஏற்பட்ட சில கூறுகளை உடையவை.
3. பலவகைப்பட்டவை (Miscellaneous). எரிமலையின் கடற்கரை, ஃபியர்டு.

B. உறுதியற்ற நிலையிலுள்ள பிரதேசங்களின் கடற் கரைகள். இவை புவி அசைவுகளாலும் கடல் மட்ட மாற்றங்களாலும் பாதிக்கப்பட்டவை.

1. மிக அண்மையில் புவி அசைவாலோ, கடல் மட்ட மாற்றத்தாலோ, அமிழ்ந்த கடற்கரைகள்.
2. அண்மையில் ஏற்பட்ட புவி அசைவுகளால் உயர்த்தப் பட்ட கடற்கரைகள்.
3. பிளவுகளாலும், ஒற்றைச் சாய்வுகளாலும் (Monoclinal) பாதிக்கப்பட்ட கடற்கரைகள்.
4. பலவகைப்பட்டவை — எரிமலையின் கடற்கரை, ஃபியர்டு.

வாலன்டின் (Valentin. H.) மற்ருெரு வகைப்படுத்தும் முறையை விளக்கினுர். கடற்கரைகள் கடலை நோக்கி முன் நகர்கின்றனவா அல்லது நிலத்தை நோக்கிப் பின் நகர்கின் றனவா என்கிற அடிப்படையில் அவர் கடற்கரைகளை வகைப் படுத்தினுர். கடற்கரை முன்னடைவதும் (Advance), பின்னடை வதும் (Retreat) இரு காரணங்களால் ஏற்படலாம். முதல் காரணம் கடல் மட்ட மாறுதல்கள் எனலாம். கடல் மட்டம் உயர்ந்தால் கடற்கரை பின்னடைகிறது. கடல் மட்டம் தாழ்ந்

தால் கடற்கரை முன்னடைகிறது. அலைகளின் செய்கை இரண்டாவது காரணமாகும். அலைகள் கடற்கரையை அரிக்கும்போது கடற்கரை பின்னடைகிறது; அலைகளால் கடற்கரையில் படிவுகள் உண்டாகும்போது கடற்கரை முன்னடைகிறது; அவருடைய வகைப்படுத்தலின் பிரிவுகளாவன :

I. முன்னடையும் கடற்கரைகள்.

A. உயர்த்தப்பட்ட கடற்கரைகள். அண்மையில் உயர்த்தப்பட்டதும், அரிக்கப்படாததுமான கடற்கரைகள்.

B. படிவுகளாலான கடற்கரைகள்.

(1) உயிரினங்களின் படிவுகள்.

(a) சதுப்பு நிலக் காடுகள். (Mangroves)

(b) முருகைப்பார்.

(2) பாறைத்துகள்களாலான படிவுகள்.

(i) வேலிக் கடற்கரைகள். (Barrier Coasts)

(ii) கூருருவான முக்கோண வடிவமுள்ள மணற்படிவுகளும் ஸ்பிட்களும்.

(3) டெல்டாக்களும், பனியாறுகளின் படிவுகளும்.

II. பின்னடையும் கடற்கரைகள்

A. அமிழ்ந்த கடற்கரைகள்.

1. பனியாறுகளால் ஏற்பட்ட நிலத்தோற்றங்கள் அமிழ்ந்துவிடுவதால் உண்டான கடற்கரைகள்.

(i) ஃபியர்டுகள் (Fiords).

(ii) ஃபியார்டுகள் (Fiards).

(iii) மொரைன்கள், ட்ரம்லின்கள், மற்ற படிவுகள்.

2. அமிழ்ந்த ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள்

(i) இளமையான மடிப்புகள்.

(ii) பழைய மடிப்புகள்.

(iii) சமவெளிகள்.

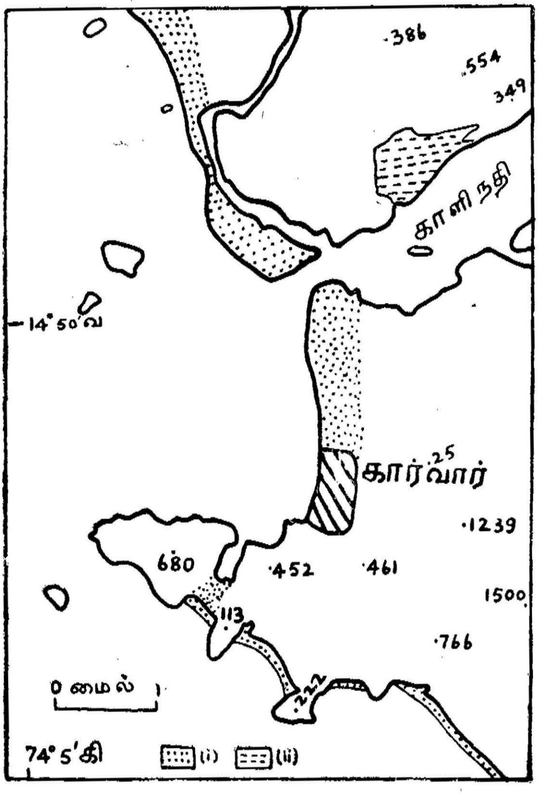
3. அரிப்பால் பின்னடைந்த ஓங்கல்களுடைய கடற்கரைகள்.

வாலன்டினுடைய வகைப்படுத்தல் கடற்கரையில் தோன்றும் மாறுதல்களை அடிப்படையாகக்கொண்டது. ஆகையால், இவ்வகைப்படுத்தல் முறை மற்றவைகளைவிடச் சிறந்ததாகத் தோன்றுகிறது. உல்ட்ரிட்ஜ் (Wooldridge) மற்றும் மார்கன் (Morgan), கடற்கரைகளையும், கடலோர நிலப்பகுதிகளையும் வெவ்வேருக வகைப்படுத்தவேண்டும் என்று எடுத்துக்காட்டினார்கள். ஏனெனில், இவ்விரண்டும் வெவ்வேறு முறைகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன. கடற்கரையின் முக்கியக் கூறுகள் அலைகளின் செய்கையால் உருவாகின்றன. கடலோர நிலப்பகுதியின் தோற்றம், நிலத்தின் அமைப்பையும், அதில் காணும் பாறையின் தன்மையையும், பொருத்து இருக்கிறது. கடலோர நிலப்பகுதியின் ஒழுங்கு (Plan) நில அமைப்பின் போக்குக்கு இணையாக இருந்தால், அப்பகுதி பஸிபிக் வகை (Pacific Type) யைச் சேர்ந்தது. பஸிபிக் சமுத்திரத்தை யடுத்துள்ள தென் அமெரிக்கா, வட அமெரிக்கா கண்டங்களின் மேற்குக் கடற்கரை, மடிப்பு மலைகளின் போக்குக்கு இணையாக இருக்கிறது. கடலோர நிலப்பகுதியின் ஒழுங்கு நில அமைப்பின் போக்குக்கு எதிராக இருந்தால், அப்பகுதி, அட்லாண்டிக் (Atlantic) வகையைச் சேர்ந்தது. அட்லாண்டிக் சமுத்திரத்தின் கரையோரங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. இவ்வகைப்படுத்தல் சூயஸ் (Suess) என்பவரால் முதலில் செய்யப்பட்டது. கடற்கரைகளையும், அவைகளை யடுத்துள்ள நிலப்பகுதிகளையும் பலர் வெவ்வேறு முறையில் வகைப்படுத்தியுள்ளார்கள். ஒவ்வொன்றிலும், சில குறைபாடுகளும் உண்டு. ஆனல் ஜான்ஸனின் வகைப்படுத்தல் எளிதாயிருப்பதால் அது எல்லோராலும் கையாளப்படுகிறது.

கடற்கரைகளின் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி

கடற்கரைகளில் நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றி வளர்ச்சி பெறுவதை ஒரு அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியாகக் கருதலாம். இச்சக்கரச் சுழற்சியின் ஒவ்வொரு நிலையிலும் வெவ்வேறு வகையான நிலத்தோற்றங்கள் உருவாகின்றன. கடற்கரைகளை அமிழ்ந்த கடற்கரைகள் என்றும், உயர்ந்த கடற்கரைகள் என்றும் இருவகையாகப் பிரித்து ஒவ்வொன்றில் உண்டாகும் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிகளைப் பற்றிக் கவனிக்கலாம். அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி தடையின்றி இயங்குவதற்குக் கடல் மட்ட மாறுதல்களும், புவி அசைவுகளும் ஏற்படாமல் இருக்க வேண்டும். அமிழ்ந்த கடற்கரையின் தோற்றம், அமிழ்ந்த நிலப்பகுதியைப் பொருத்து இருக்கும். வண்டற் சமவெளி

அமிழ்வதால், அமிழ்ந்த கடற்கரை நேராக இருக்கும். குன்றுகளும், மேடுபள்ளங்களுமுள்ள நிலப்பகுதி, அமிழ்ந்துவிடும்போது, கடற்கரை ஒழுங்கீனங்களை உடையதாய் இருக்கும். தாழ்நிலங்களும், பள்ளத்தாக்குகளும் அமிழ்ந்து, குடாக்கள்

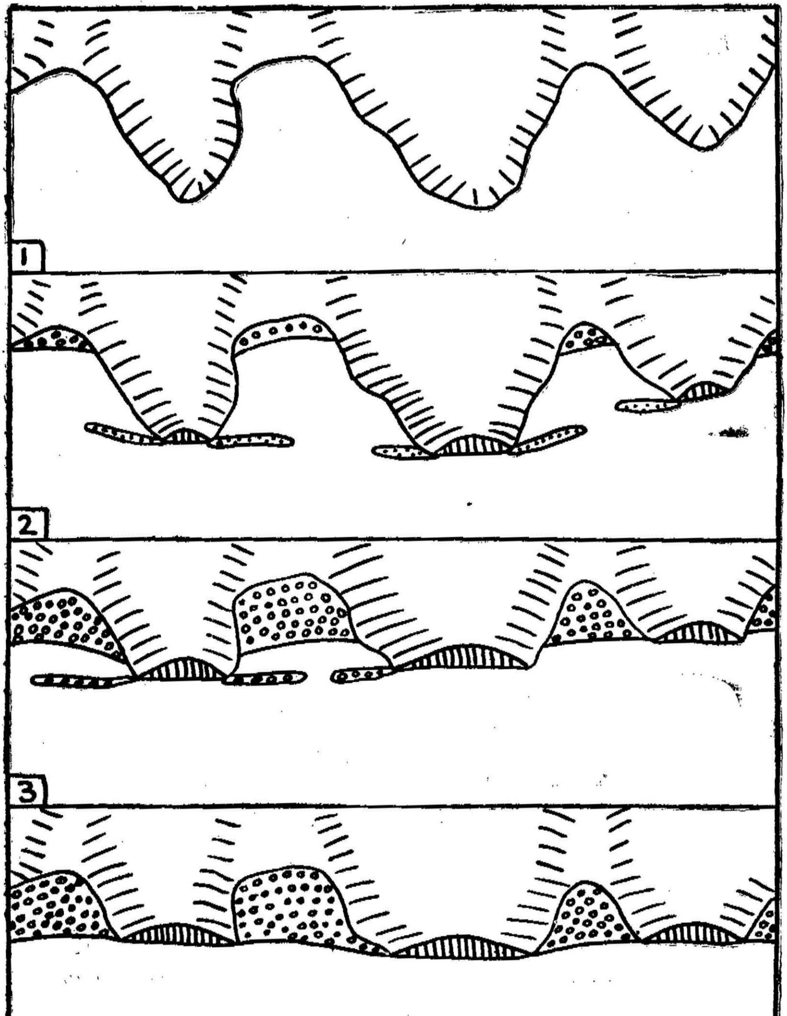


படம்—98. கார்வாருக்கு அருகேயுள்ள அமிழ்ந்த கடற்கரையின் தோற்றம். நீட்டு நிலங்களையும் தீவுகளையும், குடாக்களில் பீச்சுகளையும் காணலாம்.
(i) படிவுகள். (ii) சதுப்பு நிலம். எண்கள் நிலத்தின் உயரங்களைக் குறிக்கின்றன.

தோன்றுகின்றன. குடாக்களுக்கிடையே உயர்ந்த நிலப்பகுதி நீண்ட மேட்டு நிலமாக இருக்கும். இதை நீட்டுநிலம் (Head-land) எனலாம். தனித்து நிற்கும் குன்றுகளின் அடிப்பாகங்

கள் அமிழ்ந்துவிட்டு, அவை தீவுகளாகத் தோன்றும். இவ்வகையில் பல வளைவுகளுள்ள பல்லுருவக் கடற்கரை (Indented shore) அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் தொடக்கத்தில் இருக்கும். நிலம் அமிழ்ந்துவிடுவதால் தோன்றிய இக்கடற்கரையையடுத்து, கடலின் ஆழம் அதிகமாய் இருக்கும். நிலத்தின் ஒரு பகுதி அமிழ்ந்துவிடுவதால், கடற்கரையின் பக்கப் பார்வை செங்குத்தாக இருக்கும்.

கடற்கரையை நோக்கிவரும் அலைகளின் ஆற்றல் எல்லாவிடத்தும் ஒரேயளவில் இருப்பதில்லை. கடலில் நீண்டு இருக்கும் நீட்டு நிலங்களில் அலைகள் நெருங்குகின்றன. இதனால் அலைகளின் ஆற்றல் அவ்விடத்தில் அதிக அளவில் செலவிடப்படுகிறது. குடாக்களில் அலைகள் விரிவடைகின்றன. அவ்விடங்களில் அலைகளின் அரிப்புத்திறன் மிகக் குறைவு. நீட்டு நிலத்தின் விளிம்பு அலைகளால் அரிக்கப்பட்டு ஓங்கல் தோன்றுகிறது. ஓங்கலின் உயரம் நாளடைவில் அதிகமாகி, அது பின்னடைகிறது. ஓங்கலுக்கு அடிப்பாகத்தில் ஒரு சமதளமான அரிமேடை உருவாகிறது. இம்மேடையின் மேல் தனித்து நிற்கும் பாறைகளையும், பாறை வளைவுகளையும் காணலாம். அரிக்கப்பட்ட பாறைப் பொருள்களின் ஒரு பகுதி கடல் தரையில் படிந்துவிடுகிறது. மற்றொரு பகுதி குடாக்களின் ஓரங்களில் படிந்துவிடுகிறது. பீச்சுகள், மணற்றடைகள் முதலிய படிவாலான நிலத்தோற்றங்கள் குடாக்களில் உருவாகின்றன. இந்நிலை சக்கரச் சுழற்சியின் இளமை நிலையைக் குறிக்கிறது. பம்பாய் நகரத்துக்குத் தெற்கேயுள்ள மேற்குக் கடற்கரைப்பகுதி அமிழ்ந்த கடற்கரையின் இளமை நிலைக்கு உதாரணமாகும். இச் செய்முறைகள் நீண்டு நிகழ்வதால், நீட்டு நிலங்களின் அரிப்பால் கடற்கரை பின்னடைந்தும், குடாக்களில் படிவால் கடற்கரை முன் நகர்ந்தும் விடுகிறது. கடற்கரையிலுள்ள ஒழுங்கீனங்கள் சிறிது சிறிதாக அகற்றப்படுகின்றன. கடற்கரையின் பக்கப்பார்வையிலும் மாறுதல் உண்டாகிறது. தொடக்கத்திலிருந்த செங்குத்துச் சரிவு கடற்கரையில் அரிப்பாலும், கடல்தரையில் படிதலாலும் பாதிக்கப்பட்டு, ஒரே சீராக்கப்பட்ட பக்கப் பார்வையை அடைகிறது. இந்நிலை சக்கரச் சுழற்சியின் முதிர்ச்சி நிலையைக் குறிக்கிறது. இந்நிலையிலிருக்கும் கடற்கரையின் எல்லாப்பகுதிகளும் மெதுவாகப் பின்னடைகின்றன. குடாக்கள் படிவுகளால் நிரப்பப் படுகின்றன. நீட்டு நிலங்களிலிருந்த ஓங்கல்கள் சிதைவுற்று மென் சரிவு பெறுகின்றன. முதிர்ச்சி நிலையி



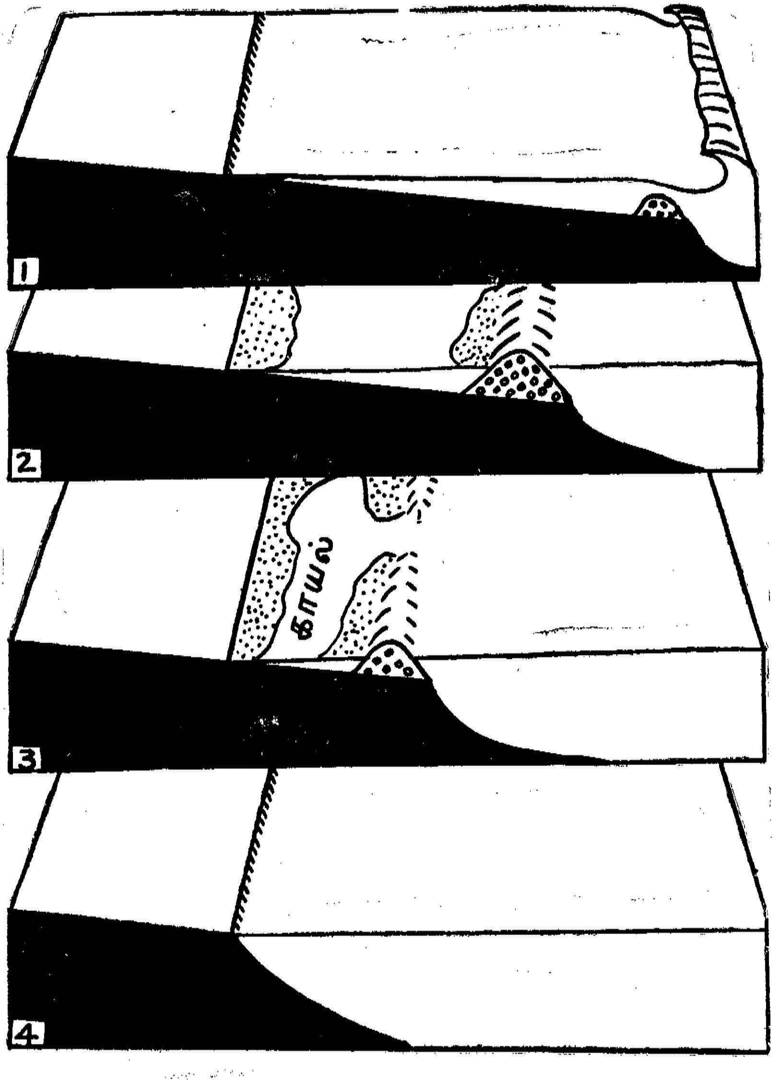
படிவுகள்

படம்—99. அமிழ்ந்த கடற்கரையில் ஏற்படும் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் நிலைகள்.

லுள்ள கடற்கரை பின்னடையும் விதம், கடற்கரையிலுள்ள பாறைகளுக்குத் தக்கவாறு இருக்கும். முதிர்ச்சி நிலையி லிருந்து மூப்புநிலையை அடைவதற்கு நீண்டகாலம் ஆகிறது. இக்காலத்தில் கடல் மட்ட மாறுதல்களோ, புவி அசைவு களோ இல்லாதிருந்தால்தான் மூப்பு நிலையை அடையக் கூடும். இந்நிலையில் நேரான ஒழுங்கான கடற்கரை அமைந் திருக்கும். முதல் நிலைகளில் ஏற்பட்ட நிலத்தோற்றங்கள் யாவும் அழிந்து விடுகின்றன.

உயர்த்தப்பட்ட கடற்கரை

உயர்த்தப்பட்ட கடற்கரை, கடல் மட்டம் தாழ்ந்து விடுவதாலோ நிலம் உயர்வதாலோ, உண்டாகிறது. முன்பு கடல் தரையாகவிருந்த பரப்பு, நிலப்பரப்பாக மாறுகிறது. இப்பரப்புப் பெரும்பாலும் சமதளமாக இருக்கும். இதனால் கடற்கரை நேராகவும் ஒழுங்காகவும் தோன்றும். உயர்த்தப் பட்ட பரப்பில் மேடு பள்ளங்கள் இருந்தால், கடற்கரையிலும் ஒழுங்கீனங்கள் இருக்கும். கடல்மட்டம் தாழ்ந்து விடுவதால், கடற்கரையை யடுத்த கடலின் ஆழம் குறைந்திருக்கும். கடற்கரையை நோக்கிவரும் அலைகள், கடற்கரையை அடைவ தற்கு முன்பே அவை கவிழ்ந்து உடைகின்றன. இதனால், உடையலைகளால் ஏற்படும் அரிப்பு, கடல் தரையை ஆழமாக்கு கிறது. அரிக்கப்பட்ட பாறைப் பொருள்கள் கடற்கரைப் பக்கமுள்ள கடல் தரையில் படிந்து கடல் கீழ் (Submarine) மணற்றடை உண்டாகிறது. கடல் அலைகளின் அரிப்பு, கடற் கரையைப் பாதிப்பதில்லை. கடற்கரையடுத்துள்ள பகுதியில், நிலத்தின் சிதைவாலும் அரிப்பாலும், ஏற்படும் பொருள்கள் படிந்துவிடுகின்றன. சில காலம் கழித்துக் கடல் கீழ் மணற் றடை பெரிதாகி, அதன் பகுதிகள் கடல் மட்டத்தின் மேல் மணல் திட்டுகளாகக் காணப்படும். இம்மணல் திட்டுகள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து, கடற்கரையினின்று நீங்கிய மணற் றடை (Offshore bar) உருவாகிறது. இம் மணற்றடைக்கும் கடற்கரைக்கும் இடையே காயல் (Lagoon) இருக்கும். நிலத்தின் அரிப்பால் உண்டாகும் பொருள்கள் ஆறுகளால் கொண்டுவரப்பட்டுக் காயல்களில் படிந்து விடுகின்றன. மணற்றடையில் உள்ள இடைவெளிகள் வழியாக அலைகளா லும்,ஓதப்பெருக்காலும் வண்டல் கொண்டு வரப்பட்டுக் காயல்களில் படிகின்றது. காயல்கள் படிவுகளால் நிரப்பப் பட்டு உவர்ச்சேற்று நிலம் (Salt mash) உண்டாகிறது. மணற்



படம்—100. உயர்த்தப்பட்ட கடற்கரையில் ஏற்படும் அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் நிலைகள்

றடை மெதுவாக அலைகளின் செய்கையால் கடற்கரையை நோக்கி நகர்கிறது. இதனல் காயல்களின் பரப்புக் குறைந்து விடுகிறது. மணற்றடை கடற்கரையை அடைந்தால் சக்கரச் சுழற்சி முதிர்ச்சி நிலையை அடைந்தது எனலாம். சக்கரச் சுழற்சியின் தொடக்கத்தில் மென்மையாக இருந்த பக்கப் பார்வை, அலைகளின் செய்கையால் முதிர்ச்சி நிலையில் ஒரே சீராக்கப் படுகிறது. இந்நிலைக்குப் பிறகு கடற்கரையின் தோற்றம் மாருமல், கடற்கரை மெதுவாகப் பின்னடைகிறது.

18. முருகைப்பார்

உயிரினங்களின் செய்கையால் சில சிறப்பான நிலத் தோற்றங்கள் உருவாகின்றன. இந்நிலத்தோற்றங்களில் முக்கியமானதும், பரந்து காணப்படுவதும் முருகைப்பார் ஆகும். கடலில் வாழும் சில உயிரினங்கள் சுண்ணும்புப் பசையைச் சுரக்கின்றன; இவ்வுயிரினங்கள் இறந்துபோகும் போது, சுண்ணும்புச் சத்துள்ள படிவுகள் உண்டாகின்றன. இப்படிவுகள் வளர்ச்சியடைந்து பெரும் சுண்ணும்புப் பாறைத் திட்டுகளாகவும் தீவுகளாகவும் தோன்றுகின்றன. இச்சுண்ணும்புப் பாறைப் படிவுகள் உண்டாவதற்குப் பல உயிரினங்கள் காரணமாகும். இவ்வுயிரினங்களில் சிறப்பான இடம்பெறுவது முருகைப் பல்லடியன்கள் (Coral polyps) என்பதாகும். இதனுல் இப்படிவுகள் முருகைப்பார் எனப்படும். ஃபொராமினிஃபெரா (Foraminifera), பாசிவகைகள் (Algae), நத்தை இனப் பிராணிகள் இவைகளின் செய்கையாலும் சுண்ணும்புப் படிவுகள் ஏற்படுகின்றன.

முருகைப் பல்லடியன்கள் கடற்பஞ்சைப்போல மிகச் சிறிய உயிரினங்கள் ஆகும். இவை நூற்றுக்கணக்காக வளர்ச்சியடைகின்றன. இவற்றின் நிறமும், உருவமும், வேறுபட்டு இருக்கும். சில கிளைகளுள்ள செடிகளைப் போலவும், சில உருண்டை வடிவமானவையாயும், மற்றுஞ்சில தகடுகள் போன்றவையாயும் இருக்கும். இவை வளரும் இடம் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ள பூந்தோட்டம்போல இருக்கும். இவைகளின் உடல் கேல்ஷியம் கார்பனேட்டால் ஆனது.

முருகைப் பல்லடியன்களின் வளர்ச்சி பல காரணங்களால் பாதிக்கப்படுகிறது. கடல் நீரின் வெப்பம் 18°Cக்குக் குறையாமல் இருந்தால்தான் இவ்வுயிரினங்கள் வாழ முடியும். வெப்பநிலை 25°C முதல் 30°C வரையிருந்தால் அவை நன்ருக வளர்ச்சியடைகின்றன. இந்த வெப்பநிலை அயன

மண்டலத்தில் இருப்பதால், பூமத்திய ரேகையிலிருந்து 30° வடக்கு மற்றும் தெற்கு அட்சரேகைகளுக்கு இடையேயுள்ள பிரதேசங்களில்தான் முருகைப்பார் காணப்படுகிறது. அயன மண்டலத்திலும் கண்டங்களின் மேற்குக் கடற்கரையையடுத்த கடற்பகுதியிலும் குளிர்ந்த நீரோட்டங்கள் இருப்பதால் அவ்விடத்தில் இவ்வுயிரினங்கள் வசிப்பதில்லை. இவைகளின் வளர்ச்சிக்குச் சூரிய வெளிச்சம் இன்றியமையாதது. ஆகையால் சுமார் 50 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழே வெளிச்சம் குறைவாயிருப்பதால் இவை நன்ருக வளர்வதில்லை. ஆழம் சுமார் 35 மீ.க்குக் குறைவாயுள்ளவிடத்தில் அதிகமாய் வளர்ச்சியடைகின்றன. கடல் மட்டத்திற்குமேல் வெளிப் பட்டாலும் அவை வாழ முடியாது. வெப்பநிலை '36°Cக்குமேல் உயர்ந்தால் இறந்துவிடுகின்றன. அவை தெளிவானதும், நுண்ணிய உயிர்ப்பொருள்களைக் கொண்டதுமான கடல்நீரை விரும்புகின்றன. அலைகளின் அசைவால் கடல் நீர் மாறிக் கொண்டேயிருந்தால், இவ்வுயிரினங்களுக்கு அதிக ஆக்ஸிஜனும், உணவுப் பொருள்களும் கிடைக்கின்றன. ஆனல் பெரும் அலைகள் தீங்கு விளைவிக்கின்றன. கலங்கலான நீரில் தூசியும், மணலும் இருப்பதால், இவை மூச்சுத்திணறி இறந்து விடுகின்றன. கடல் நீரின் உப்பளவு 27% முதல் 40% வரையிருக்கலாம். ஆற்றுமுகங்களில் தூய்மையான தண்ணீர் இருப்பதால் அங்கு முருகைப் பல்லடியன்கள் வசிப்பதில்லை. பாறைத்தளத்தையோ, மணல், களிமண் படிவுகளையோ ஆதாரமாகக்கொண்டு இவை வளர்ச்சியடையலாம். முருகைப் பார்களின் கடலையடுத்த விளிம்புகளில் இவ்வுயிரினங்கள் விரைவில் வளர்கின்றன. ஏனெனில் அவ்விடத்தில் தெளிவான நீரும், அதிக உணவுப்பொருள்களும் கிடைக்கின்றன. முருகைப் பல்லடியன்களோடு, சுண்ணும்புச் சத்துள்ள பாசி வகைகளும், சுண்ணும்புச் சிப்பி உடைய நத்தை போன்றவைகளும் வசிக்கின்றன. இவ்வுயிரினங்களின் செய்கையாலும் முருகைப்பார் உருவாகிறது.

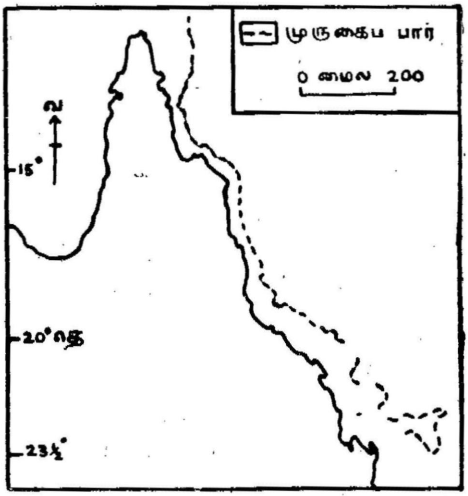
முருகைப்பார்களின் பரவல் இச்சூழ்நிலைகளுக்குத் தக்கவாறு இருக்கிறது. அயன மண்டலத்திலுள்ள கடல் நீரில்தான் இவை பரவியுள்ளன. குளிர்ந்த கடல் நீரோட்டங்கள் உள்ள பகுதியில் முருகைப் பல்லடியன்கள் வாழ்வதில்லை. பெரிய ஆறுகளின் டெல்டாப் பகுதிகளிலும் உயிரினங்கள் வசிப்பதில்லை. டெல்டாப் பகுதியில் கடல் நீரில் வண்டல் இருப்பதால் இவை வளர்வதில்லை. பஸிபிக்பெருங்கடலின் மையத்திலும், மேற்குப் பகுதியிலும், ஆஸ்திரேலியாவின் வடகிழக்கு,

வடக்கு வட மேற்குக் கடற்கரையிலும், இந்தோனேசியாவின் தீவுகளையடுத்தும், இந்தியப் பெருங்கடலில் சிலவிடங்களிலும், செங்கடலிலும், மேற்கு இந்தியத் தீவுகளையடுத்தும், பிரேசில் நாட்டின் கடற்கரையிலும் முருகைப்பார் நன்கு வளர்ச்சியடைந்திருக்கிறது. நம் நாட்டில் இராமேசுவரம் தீவைச் சுற்றியும், திருநெல்வேலி மாவட்டத்தின் கடற்கரையையடுத்தும் முருகைப்பார் இருக்கிறது. இலக்கத் தீவுகளும் (Laccadive Is), மாலத் தீவுகளும் (Maldive Is), அந்தமான், நிகோபார் (Nicobar Is) தீவுகளும், முருகைப்பாரால் ஆனவை.

முருகைப்பாரை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. கரையோரப்பார் (Fringing reef). 2. வேலிப்பார் (Barrier reef). 3. கங்கணவடிவப்பார் (Atoll). கடற்கரையின் ஓரத்தில் முருகைப்பார் வளர்ச்சியடைந்தால் அது கரையோரப் பார் எனப்படும். இப்பார் கடற்கரையிலிருந்து மேலே வளர்ந்திருக்கும். இதன் வெளிச்சரிவு செங்குத்தாக இருக்கும். இப்பாருக்கும் கடற்கரைக்கும் இடையே குறுகிய வாய்க்கால் இருக்கும். இதன் ஆழம் 2 மீ.க்கும் குறைவானது. இதைப் படகு வாய்க்கால் (Boat Channel) எனலாம். இவ் வாய்க்காலில் மணலும், பரலும் படிந்திருக்கும். முருகைப் பாரின் உட்பக்கச் சரிவு மென்மையாக இருக்கும். இங்கு உயிரினங்கள் அதிகமாக வசிப்பதில்லை. வெளிச் சரிவில் உயிரினங்கள் வளரத்தக்க சூழ்நிலை இருப்பதால் இப்பகுதி உயர்ந்து இருக்கும். பெரிய ஆறுகள் கடற்கரையை அடையும் இடங்களில் கரையோரப்பார் இருப்பதில்லை. இப்பார் கடற்கரையை அடுத்து நீண்ட குறுகிய திட்டாக அமைந்திருக்கும். இத்திட்டில் முருகைக் கல்லைத்தவிர, அலைகளால் கொண்டுவரப்பட்ட மணலும், நிலத்திலிருந்து வந்த வண்டலும் சேர்ந்திருக்கும்.

கடற்கரையினின்று சிறிது தூரம் நீங்கி, வேலி அமைத்ததுபோல் இருக்கும் முருகைப்பார் வேலிப்பார் (Barrier Reef) எனப்படும். இது கடற்கரைக்கு இணையானதும் கடல் மட்டத்திற்குமேல் சிறிது உயர்ந்ததும் ஆன நீண்ட திட்டாக இருக்கும். வேலிப்பாருக்கும் கடற்கரைக்கும் இடையே அகன்ற ஆழமற்ற காயல் இருக்கும். இக்காயலின் அகலம் சில நூறு மீ.களாகவும் அல்லது சில கி. மீ.களாகவும் இருக்கும். பஸிபிக் சமுத்திரத்திலுள்ள பிஜி (Fiji) போன்ற தீவுகளைச் சுற்றி வேலிப்பார்கள் இருக்கின்றன. ஆஸ்திரேலியாவில் க்வீன்ஸ்லாந்து (Queensland) கடற்கரையை அடுத்துப்

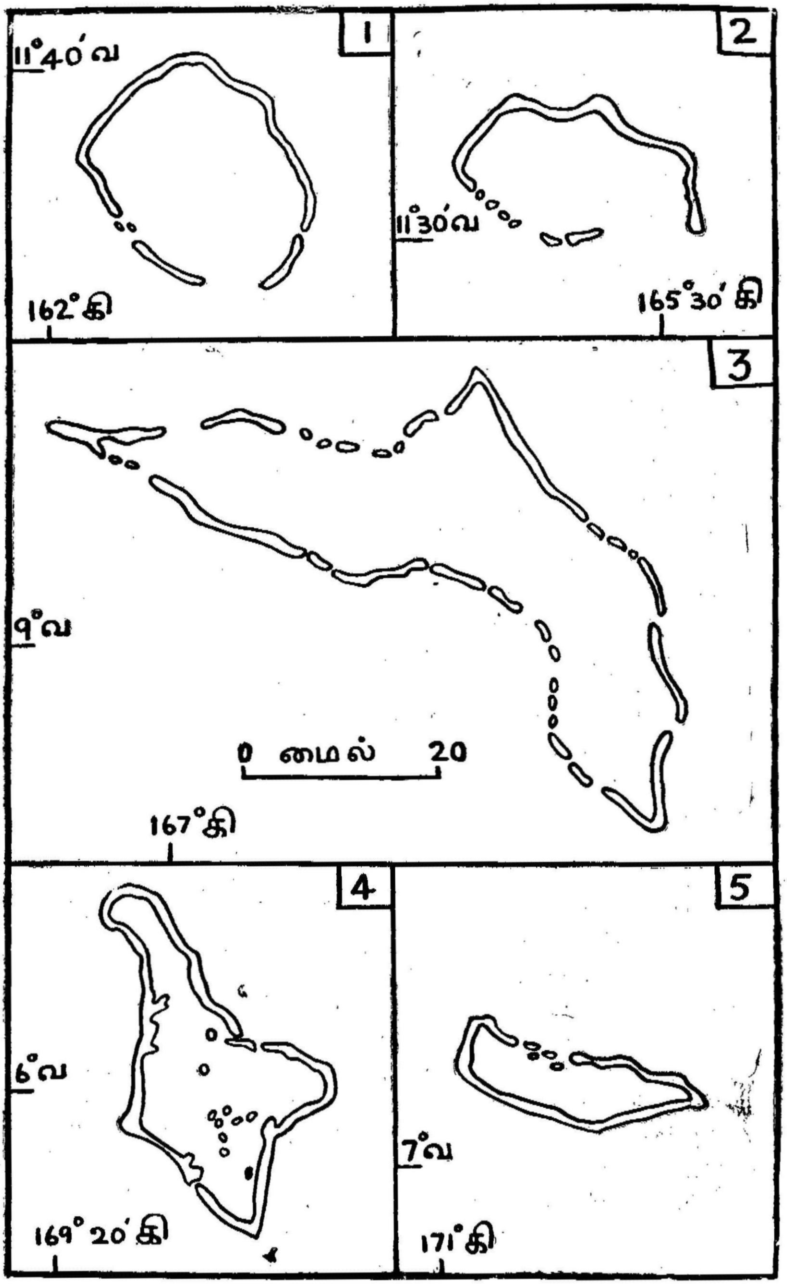
பெரிய வேலிப்பார் (Great Barrier Reef) உருவாயிருக்கிறது. இவ்வேலிப்பார் 1000 கி. மீ. நீளமானது. கடற்கரையிலிருந்து சுமார் 80 கி. மீ. தூரத்தில் இருக்கிறது. கடற்கரைக்கும்



படம்—101. க்வீன்ஸ்லாந்தின் கடற்கரையை யடுத்துள்ள பெரிய வேலிப்பார்.

வேலிப்பாருக்கும் இடையேயுள்ள கடலின் ஆழம் சராசரி 30 மீ. ஆகும்.

கங்கணவடிவப்பார் (Atoll) என்பது குறுகிய வளையம் போன்ற தீவாகும். இவ்வளையத்தின் தோற்றம் வட்டமாகவோ, நீள்வட்டமாகவோ (Elliptical) குதிரை லாடம் போன்றோ (Horse-shoe shaped) இருக்கும். இப்பார் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் சில மீ.கள் வரை உயர்ந்ததாயிருக்கும். இக்கங்கண வடிவப்பார் சிலவிடங்களில் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழ் அமிழ்ந்திருக்கும். கங்கண வடிவப் பாரின் மையத்தில் காயல் இருக்கும். காயலின் ஆழம் 30 மீ. முதல், 100 மீ. வரை இருக்கும். காயலின் அகலம் பொதுவாக, ஒரு சில கி.மீ.களாகவும் சிலவிடங்களில் 50 கி. மீ.க்கு மேலும் இருக்கலாம். இந்தியப் பெருங்கடலிலும், பசிபிக் பெருங்கடலிலும், கங்கண வடிவப் பார்களாலான தீவுகள் உள்ளன. கங்கண வடிவப் பாரைப் பல பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம். 1. கடல் நோக்கிய வெளிச் சரிவு (Seaward slope). இச்சரிவு செங்குத்தாகவும் ஆழ



படம்—102. பசிபிக் பெருங்கடலிலுள்ள கங்கணவடிவப்பார்கள்,
1 எனிவ்டாக் (Eniwetok) 2. பிகினி (Bikini) 3. க்வாஜாலீன் (Kwajalien) 4. ஜல்யுட் (Jaluit) 5. மஜூரோ (Majuro)
[எல்லாப் படங்களும் ஒரே அளவையில் (Same scale) வரையப்பட்டுள்ளன.]

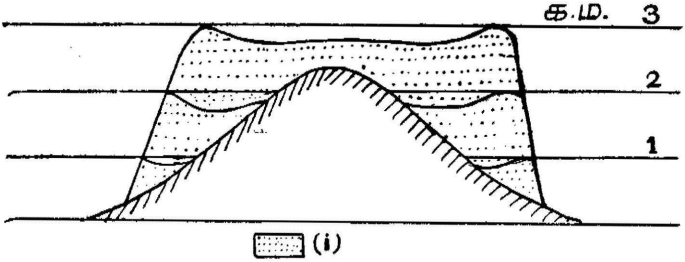
மாகவும் இருக்கிறது. சரிவின் சாய்வு பெரும்பாலும் 45°க்கும் மேலானது. இச்சரிவில் முருகைப் பல்லடியன்களும் மற்ற உயிரினங்களும் மேல் நோக்கி நன்ருக வளர்கின்றன. அவைகளுக்கு வேண்டிய வெளிச்சமும், உணவுப்பொருள்களும் இப்பாகத்தில் கிடைக்கின்றன. 2. பாசிவகைகளால் கட்டப்பட்ட மேடு (Algal ridge). இம்மேடு காற்று வீசும் திசையில் சிறப்பாக இருக்கும். இவ்விடத்தில் அலைகள் கவிழ்ந்து உடைவதால், இங்கு முருகைப் பல்லடியன்கள் வசிப்பதில்லை. இந்த மேடு சுண்ணும்புச் சத்துள்ள பாசிவகைகளால் கட்டப்பட்டது. இது கடல் மட்டத்திற்கு மேலும் வளர்கிறது. காற்றுக்கு ஒதுக்குப்புறமான பக்கத்தில் இம்மேடு தாழ்ந்து இருக்கும். 3. பார்மேடை (Reef flat). இந்த மேடை அகலமாக இருக்கும். இது முருகைப் பாறையாலானது. இதில் பெரும்பாலும் உயிருள்ள முருகைப் பல்லடியன்கள் இருப்பதில்லை. இம்மேடையின் பரப்பு ஒழுங்கற்றதாய் இருக்கும். சிதைந்த சுண்ணும்புப் பாறையாலும் மணலாலும் ஆன திட்டு இம்மேடையிலிருந்து தீவாக உயர்ந்திருக்கும். 4. காயலை நோக்கிய உள்சரிவு (Inner slope facing the lagoon). இச்சரிவு மென்மையானதாய் இருக்கும். இச்சரிவில் சிலவிடங்களில் உயிருள்ள முருகைப் பல்லடியன்கள் வளர்ந்திருக்கலாம். 5. காயல் - இதன் தரையில் மணல் படிந்திருக்கும். இதன் தரையிலிருந்து தனித்து வளரும் சிறு முருகைக் குன்றுகள் உண்டு. இக்காயலில் முருகைப் பல்லடியன்கள் வசிக்கின்றன.

இம்மூன்று முக்கியமான வகைகளைத் தவிர வேறு சில உருவங்களிலும் முருகைப்பார் உண்டாகிறது. சிலவிடங்களில் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே சிறு முருகைப் பார் திட்டுகள் (Coral banks) இருக்கும். இவற்றின் பரப்பு ஒழுங்கற்றதாய் இருக்கும். கங்கண வடிவமான பார்களும், வேலிப்பார்களும் தாழ்த்தப்படுவதால் இக்கடல் கீழ்த் திட்டுகள் உருவாயிருக்கலாம். முருகைப் பல்லடியன்கள் வளரும் ஆழத்திற்குக் கீழே விரைவில் தாழ்த்தப்பட்டால், அவை இறந்துவிடுகின்றன. சிலவிடங்களில் கடல் மட்டம் தாழ்ந்துவிடுவதால், முருகைப்பார் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் திட்டாக அமைந்துவிடும். உயர்ந்த முருகைப் பார்த் திட்டுகள் (Raised reef) இராமேசுவரம் தீவில் உள்ளன. சிறிய கங்கண வடிவமான பார்கள் ஒன்ருேடொன்று சேர்ந்து பெரிய கங்கண வடிவப் பாராக அமையலாம். இவை ஃபாரோஸ் (Faros) எனப்படுகின்றன.

முருகைப்பார்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிப் பல கருத்துகள் உள்ளன. அயன மண்டலத்திலுள்ள கடலில் கடற்கரை யோரமாக முருகைப் பல்லடியன்கள் வளர்ந்து ஒரு திட்டு ஏற்படுவதற்கு விளக்கம் தேவையில்லை. ஆனால் வேலிப்பாரிலும் கங்கண வடிவப் பாரிலும் காயல்கள் எவ்வாறு ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும் என்பதும், சில முருகைப்பார்களின் பருமன் பல ஆயிரக்கணக்கான அடிகளாயிருக்கிறது என்பதும் பிரச்னைகளாகும். வேலிப்பாரில் கடற்கரைக்கும், பாருக்கும் இடையே ஏன் காயல் இருக்கிறது? அங்கு முருகைப்பார் அமைக்கும் உயிரினங்கள் ஏன் வாழ்வதில்லை? முருகைப் பல்லடியன்கள் சுமார் 50மீக்குக் கீழே வசிப்பதில்லை. அப்படியிருக்க முருகைப்பார் ஆயிரக் கணக்கான அடிகள் பருமன் கொண்டதாய் எப்படி உருவாயிற்று? இவைகளின் தோற்றம் கடல் மட்ட மாறுதல்களால் பாதிக்கப்படுகிறதா? இக்கேள்விகளுக்குப் பதில் கொடுக்க டார்வின் (Darwin) முதலில் முயற்சித்தார்.

'பீகிள்' (Beagle) எனும் ஆராய்ச்சிக் கப்பலில் 1942 ஆம் ஆண்டு பிரயாணம் செய்யும்போது அவர் பசிபிக் சமுத்திரத்திலுள்ள முருகைப்பார்களைக் கண்டார். அவைகளின் முக்கியக் கூறுகளையும் ஆராய்ந்து அறிந்தார். அப்பொழுது அவருக்குத் தெரிந்த விவரங்களுக்குத் தகுந்தவாறு ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார். இது தாழ்தல் கொள்கை (Subsidence Theory) எனப்படும். முதலில், ஒரு தீவின் கடற்கரையின் ஓரத்தில் கரையோரப்பார் தோன்றியிருந்தது. அத்தீவு மெதுவாகத் தாழ்ந்து விடும்போது, கரையோரப்பாரின் கடலை நோக்கிய வெளிச்சரிவிலுள்ள உயிரினங்கள் விரைவில் மேலே வளர்ந்து விடுகின்றன. கடற்கரைப்பக்கத்திலுள்ள உயிரினங்களின் வளர்ச்சி நிலத்திலிருந்து வரும் தூய்மையான நீராலும், வண்டலாலும் தடைப்படுகிறது. ஆகையால் கடற்கரையை அடுத்து ஆழமில்லாத காயல் ஏற்படுகிறது. இவ்விதமாக வேலிப்பார் உருவாகிறது. இத்தீவு மேலும் தாழ்ந்துவிட்டால், தீவைச் சுற்றி வேலிப்பார் வளர்ச்சி யடைவதோடு, தீவின் உச்சியும் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே தாழ்ந்துவிடும். அப்பொழுது கங்கணவடிவப் பார் உருவாகிறது. முன்பு தீவு இருந்த இடத்தில் ஒருகாயல் இருக்கிறது. தீவு மெதுவாகத் தாழ்ந்து விடுவதால், கரையோரப்பார், வேலிப்பாராகவும், கங்கண வடிவப்பாராகவும் உருவாகிறது என்பது டார்வினுடைய கொள்கையாகும். இக்கொள்கை தடிப்பான முருகைப்பார் படிவுகள் தோன்றுவதற்கு விளக்கம் கொடுக்கிறது. வேலிப்

பார்களின் பக்கத்திலுள்ள கடற்கரையில் நிலம் தாழ்த்தப் பட்டதால் உண்டான குடாக்களைக் காணலாம். பல குடாக்களுடைய கடற்கரை நிலம் தாழ்ந்ததற்குச் சான்றாகும். கங்கண வடிவப்பார் ஏற்பட்ட பிறகும், தாழ்தல் நிகழ்ந்தால்,

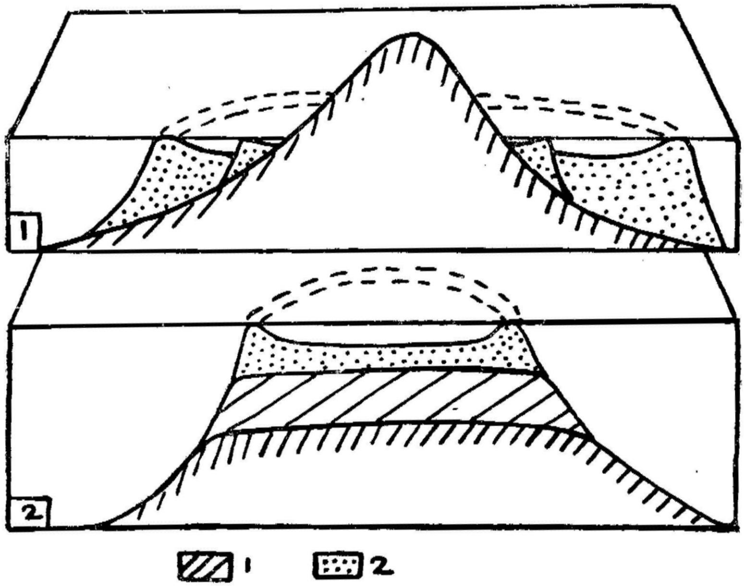


டார்வினுடைய தாழ்தல் கொள்கையை விளக்கும் படம்
படம்—103. (i) முருகைப்பார் படிவுகள் க. ம. 1—கரையோரப்பார்
க. ம. 2—வேலிப்பார் க. ம. 3—கங்கண வடிவப்பார்.

இப்பார், மூழ்கிவிடும். இம்மாதிரி மூழ்கிய கங்கணவடிவப் பார்கள் பிஜித்தீவுகளுக்கு வடக்கே உள்ளன. டானா (Dana) என்பவரும் பல முருகைப்பார் பிரதேசங்களுக்குச் சென்று ஆராய்ந்து டார்வினுடைய கொள்கைதான் சரியான விளக்கம் தருகிறது என்று கருதினார். டார்வினுடைய கொள்கையின் படி, கங்கண வடிவப்பார்களின் மத்தியிலுள்ள காயல்களின் ஆழம் வெவ்வேறாக இருக்கலாம். ஆனால், காயல்களின் தரை சமமட்டமாகவும், சுமார் 50 மீ. முதல் 70 மீ. வரை ஆழமாகவும் இருக்கிறது. தீவின் ஒரு பகுதியில் கரையோரப் பாரும், மற்றொரு பகுதியில் வேலிப்பாரும் இருப்பதையும், டார்வினுடைய கொள்கை விளக்குவதில்லை. நிலம் தாழ்த்தப்பட்டதற்குரிய சான்றுகள் இல்லாத இடங்களிலும் வேலிப்பாரும் கங்கணவடிவப்பாரும், உள்ளன. டார்வினுடைய கொள்கையால் விளக்கப்படாத இக்கூறுகளை விளக்க மர்ரே (Murray) முயற்சித்தார்.

மர்ரே (Murray) யின் கொள்கை கடல் மட்ட மாறுதல்களையோ, நிலத்தின் மேல் கீழ் அசைவையோ ஆதாரமாகக் கொள்ளவில்லை. நிலமும் கடல் மட்டமும் நிலையாக இருந்திருக்கவேண்டும் என்று இவர் கருதினார். கடற்கரையையடுத்துக் கரையோரப்பார் முதலில் தோன்றுகிறது என்றும் இப்பாரின் வெளிச்சரிவில் உயிரினங்கள் விரைவில் வளர்ச்சி பெறுவதாகவும், இதனால் முருகைப்பார் கடற்கரையை

விட்டுச் சிறிது சிறிதாக விலகி வேலிப்பார் ஆகிறது என்றும் மர்ரே விளக்கினர். வேலிப்பாருக்கும் கடற்கரைக்கும் இடையேயுள்ள பழைய முருகைப்பார் கரைந்து விடுவதால் காயல்



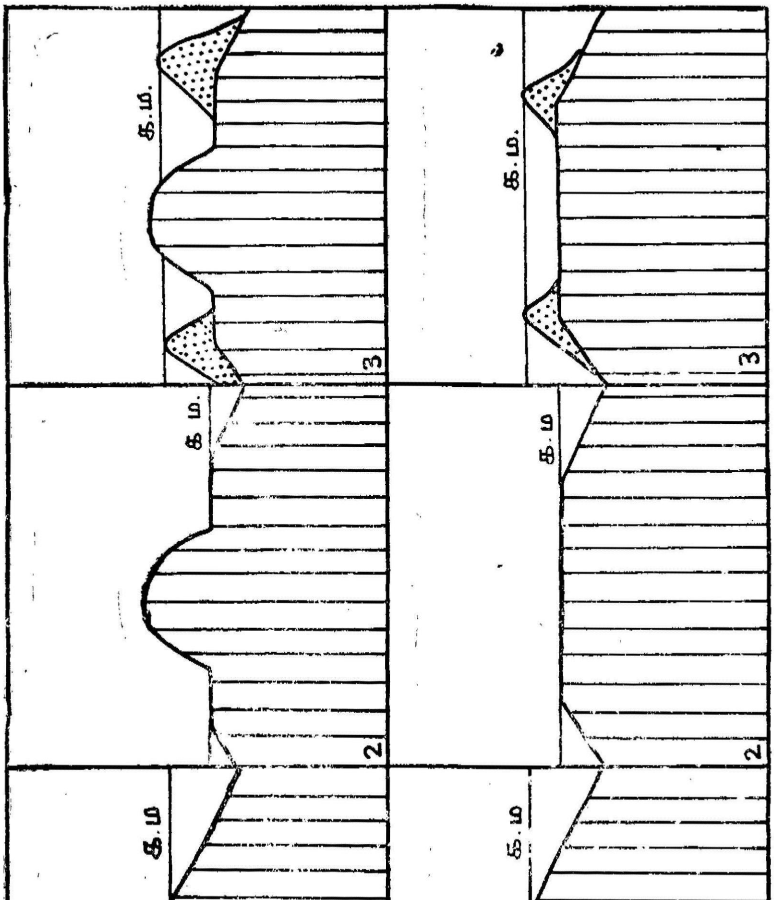
படம்—104. மர்ரேயினுடைய கொள்கை படம் 1. கரையோரப்பார் வேலிப்பாராக மாறுவதைக் காட்டுகிறது. படம் 2. கடல் கீழ் மேடையின் மேல் படிவுகள் படிந்து அவைகளின் மேல் முருகைப்பார் வளர்ச்சியடைந்து கங்கணவடிவப்பார் தோன்றக்கூடும்.
1. கடலடிப்படிவுகள் 2. முருகைப்பார்

உண்டாகிறது. கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே 30 மீ. முதல் 70 மீ. வரை ஆழம் உள்ள மேடைகள் இருந்தனவென்றும், இம் மேடைகளின் விளிம்புகளிலிருந்து முருகைப்பார் தோன்றி வளர்ச்சி பெற்றுக் கங்கண வடிவப்பார் உருவாயிற்று என்றும் மர்ரே கூறினர். விளிம்புகளில் வளர்ச்சி விரைவில் ஏற்படுவதால், மையத்திலுள்ள உயிரினங்கள் போதிய உணவுப்பொருள் கிடைக்காமல் மாண்டு விடுகின்றன. மையத்திலுள்ள காயலின் ஆழம் சுமார் 70 மீ.களுக்கு மேலே இருக்காது. கடல் கீழ் மேடைகளின் பரப்பளவுகருத் தக்கவாறு கங்கணவடிவப்பாரின் அளவும் இருக்கும். சில கடல் கீழ் மேடைகள் அலைகளின் அரிப்பால் தோன்றியிருக்கக் கூடும். மற்றுஞ்சில முதலில் கடல் மட்டத்திலிருந்து

70 மீ. க்குக் கீழேயிருந்தாலும், கடலடிப்படிவுகளால் அவற்றின் மட்டம் உயர்ந்திருக்கலாம். முருகைப்பல்லடியன்கள் தோன்றி வளர்வதற்குத் தேவையான கடல் கீழ் மேடைகள் எல்லாவிடங்களிலும் எப்படித் தோன்றின என்பது பெரும் பிரச்னையாகும்.

பனிக்காலங்களில் ஏற்பட்ட கடல்மட்ட மாறுதல்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு டாலி (Daly) ஒரு கொள்கையை விவரித்தார். பனிக்காலத்தில் கடல் மட்டம் சுமார் 70மீ முதல் 80மீ வரை தாழ்ந்திருந்தது என்றும், அப்பொழுது, அயன மண்டலத்தின் எல்லைப் பிரதேசத்திலுள்ள (Marginal-belts) முருகைப்பல்லடியன்கள் நீரின் வெப்பநிலை குறைந்ததால் இறந்து போயின என்றும் அவர் கருதினார். கடல் அலைகளின் அரிப்பால் அரிமேடைகள் தோன்றின. சிலவிடங்களில் தீவு முழுவதும் அரிக்கப்பட்டிருக்கலாம். இந்த அரிப்பாலான மேடைகள் எல்லாம் ஒரே மட்டத்தில் இருந்திருக்க வேண்டும். பனிக்காலத்தின் இறுதியில், கடல் மட்டம் மெதுவாக உயர்ந்ததாலும், கடல்நீர் அதிக வெப்ப நிலையையடைந்ததாலும்,முருகைப் பல்லடியன்கள் இப்பிரதேசங்களில் தோன்றலாயின. மேடைகளின் விளிம்புகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு, கடல் மட்டம் உயரும்போது, அவ்வுயிரினங்களும் வளர்ச்சியடைந்தன. இவ்வகையில் வேலிப்பார் மற்றும் கங்கணவடிவப்பார் உருவாயின. இவைகளின் காயலுக்கு அடியில் அலைகளின் அரிப்பாலான மேடை, மெல்லிய வண்டற் படிவைக் கொண்டதாய் இருக்கிறது. காயல்களின் சராசரி ஒரே மாதிரியான ஆழத்தை இக்கொள்கை விளக்குகிறது. வேலிப்பாருக்குப் பின்னுலுள்ள சில கடற்கரைகளில் ஓங்கல் இருப்பது டாலியின் கொள்கைக்கு நல்ல சான்று ஆகும்.

டாலியின் கொள்கைக்குப் பல எதிர்ப்புகளை டேவிஸும் மற்றும் பலரும் எடுத்துரைத்தார்கள். டாலி நினைத்ததைப் போல் காயல்களின் ஆழம் ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை என்று தெரிகிறது. ஒரே காயலில் ஆழம் 40 மீ. முதல் 100 மீ வரை மாறுபடுகிறது. வெவ்வேறு காயல்களின் ஆழம் 7மீ. முதல் 200மீக்கு மேலும் இருக்கிறது. அரிமேடைகளின் மட்டம் நிலையாயிருந்திருக்கவேண்டும் என்று டாலி கருதினார். ஆனல் நில அசைவுகளால் பாதிக்கப்பட்ட இடங்களிலும கங்கண வடிவப்பார் காணப்படுகிறது. சில கங்கணவடிவப் பார்களிலுள்ள காயல்கள் சில கி.மீ.கள் அகலமாயுள்ளன. இவ்வளவு பெரிய அரிமேடைகள் அலைகளின் அரிப்பால் பனிக்



படம்—105. டாலியினுடைய கொள்கை. மேலேயுள்ள படம் வேலிப்பார் தோன்றும் நிலைகளையும் கீழேயுள்ள படம் கங்கணவடிவப்பார் தோன்றும் நிலைகளையும் காட்டுகின்றன,

1. பனியுகத்திற்கு முன் இருந்த கடல் மட்டம்.
2. பனிக்காலத்தின்போது கடல் மட்டம் தாழ்ந்து இருந்ததால் கடற்கரை அலைகளின் செய்கையால் அரிக்கப்பட்டு அரிமேடை உருவாகிறது.
3. பனிக்காலத்திற்குப் பிறகு கடல் மட்டம் மெதுவாக உயர்ந்ததால், முருகைப்பார் வளர்ச்சியடைந்து வேலிப்பாராகவும், கங்கண வடிவப் பாராகவும் தோன்றுகிறது.

காலத்தில் ஏற்பட்டிருக்க முடியாது. ஏனெனில் கடல்களிலுள்ள எரிமலைத் தீவுகளின் அரிப்பு மிகவும் மெதுவாக நிகழ்கிறது. அலைகளின் அரிப்பால் தீவின் கடற்கரையில் தோன்றும் மேடை காற்று வீசும் பக்கத்தில் மற்ற பக்கங்களைவிட அகலமாக இருக்கவேண்டும். ஆனால், சில விடங்களில் காற்றுக் கொதுக்கான பக்கத்தில் உள்ள காயலின் அகலம் அதிகமாயுள்ளது. கடல் மட்டம் சுமார் 90 மீ. தாழ்ந்ததும் முருகைப் பல்லடியன்கள் இறந்துவிடும் என்று டாலி கருதினர். இக்கருத்தும் சரியானதன்று என்று கூறப்படுகிறது. டாலியின் கருத்து உண்மையானல் முருகைப் படிவுகளின் பருமன் சுமார் 100 மீ.க்கு மேல் இருக்காது. ஆனல், பல நூற்றுக்கணக்கான மீட்டர்கள் பருமனுக முருகைப்படிவுகள் இருக்கின்றன என்று சில துளைகள் (Bores) செய்து பார்த்ததிலிருந்து தெரிகிறது.

இரண்டாவது உலகப்போரின் போதும், அணுகுண்டு பரிசோதனை செய்தபோதும், பசிபிக் பெருங்கடலிலுள்ள சில முருகைப்பார் தீவுகளைப் பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்தினர்கள். பிகினி (Bikini) கங்கணவடிவப் பாரில், முருகைப்படிவுகள் சுமார் 777 மீட்டர் ஆழமானவை என்றும், அடியிலுள்ள படிவுகள் ஓலிகோஸீன் (Oligocene) காலத்தில் உண்டானவை என்றும் தெரியவந்தது. எனிவ்டாக் (Eniwetok) கங்கண வடிவப்பாரில், அடித்தளத்திலுள்ள பாறை வடமேற்குப் பகுதியில் 1401 மீட்டர் ஆழத்திலும், தென்கிழக்கில் 1267மீட்டர் ஆழத்திலும் இருக்கிறது. பல தீவுகளில் முருகைப்பார் 300 மீட்டர் முதல் 400 மீட்டர் வரை பருமனுடையதாய் உள்ளது. இந்த முடிவுகள் டார்வினுடைய தாழ்தல் கொள்கைக்கு ஆதாரமானவையாகும்.

டேவிஸ் (Davis) பசிபிக் பெருங்கடலிலுள்ள தீவுகளுக்குச் சென்று முருகைப்பார்களைப்பற்றி நேரில் கண்டறிந்தார். அவருடைய ஆராய்ச்சியின் விளைவுகளை ஒரு பெரிய நூலில் வெளியிட்டார். அவர் முருகைப்பார்களை யடுத்துள்ள கடற்கரையின் தோற்றத்தையும் கவனித்து, இக்கடற்கரைகள் பெரும்பாலும் பல குடாக்களை உடையவையாய் இருக்கின்றன என்ருர். இது தாழ்தலால்தான் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும். மேலும், கடற்கரையை யடுத்துள்ள நிலத்தின் சரிவு செங்குத்தாக இருக்கிறது. இதுவும் நிலம் தாழ்ந்ததற்குச் சான்ருகும். நிலம் தாழ்த்தப்படாமல் இருந்தால் கடற்கரையையடுத்த நிலத்தின் சரிவு அரிப்பால் குறைந்திருக்கும்

நிலம் தாழ்த்தப்பட்டதால், சமவெளி அமிழ்ந்துபோய்க் கடற்கரை மலைச்சரிவில் அமைந்திருக்கிறது. முருகைப் படிவுகளின் அதிகப் பருமனும் தாழ்தலை ஆதரிக்கிறது. காயல்களின் ஆழம் சுமார் 50 முதல் 70 மீ. வரை பொதுவாக இருப்பதையும் விளக்க முடியும். ஏனெனில் காயல்களிலும் முருகைப் பல்லடியன்கள் வசித்து, பார்களை அமைத்து, காயல்களை நிரப்புகின்றன. தீவுகளின் தாழ்தல் மெதுவாகவும் நீண்டகாலம் நீடித்தும் இருந்தது என்று டேவிஸ் கூறினார். பனிக்காலத்தில் கடல் மட்டம் தாழ்ந்ததாலும், பிறகு கடல் மட்டம் உயர்ந்ததாலும் வேலிப்பாரும், கங்கண வடிவப் பாரும் தோன்றியிருக்கலாம் என்ற டாலியின் கொள்கை சில விடங்களுக்குத்தான் பொருந்தும் என்று டேவிஸ் எடுத்துரைத்தார்.

முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தைப் பற்றி இன்னும் பல உண்மைகள் தெரியாமல் இருக்கின்றன. கங்கண வடிவப் பார்களிலுள்ள காயல்கள் கரைதலால் ஏற்பட்டிருக்கலாம் என்று சிலர் கருதுகிறார்கள். முருகைப் பார்கள் புவியின் மேல் கீழ் அசைவுகளாலும், கடல் மட்ட மாற்றங்களாலும் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில், அவைகளைத் தோற்றுவிக்கும் உயிரினங்கள் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில்தான் வசிக்கின்றன. இம்மாறுதல்கள் மெதுவாக நிகழ்ந்தால், முருகைப்பார் மேலே வளர்ச்சியடைகிறது. விரைவில் நிகழும் புவி அசைவுகளும், கடல் மட்ட மாற்றங்களும் இவ்வுயிரினங்களை அழித்துவிடுகின்றன. உயிரினங்கள் அவை வசிக்கும் ஆழத்திற்குக் கீழே தாழ்த்தப்பட்டதாயும், அல்லது கடல் மட்டத்திற்கு மேலே உயர்த்தப்பட்டும் காணப்படுகின்றன. வேறு காரணங்கள் இருந்தாலும் டார்வினுடைய கொள்கை பொதுவாகப் பொருத்தமானதாய் இருக்கிறது.

19. புவியின் தோற்றம்

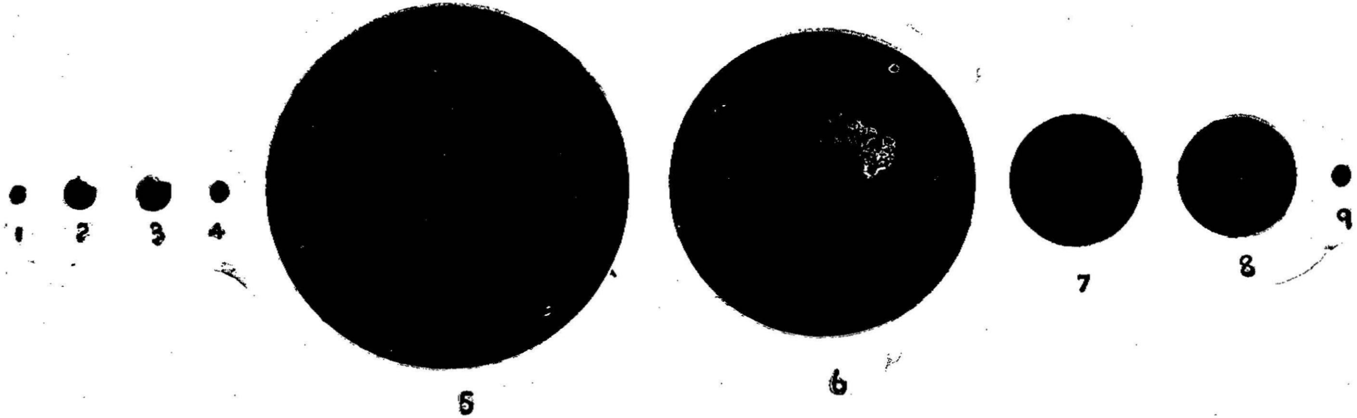
புவியின் தோற்றத்தைப்பற்றி அறிந்துகொள்ள மனிதன் பண்டைய காலத்திலிருந்தே ஆவலுள்ளவனாக இருந்திருக்கிறான். மனிதனின் அறிவு வளர்ச்சிக்கும் அவன் சூழ்நிலைக்கும் தக்கவாறு புவியின் தோற்றத்தைப் பற்றிய கருத்துகள் அமைந்திருந்தன. பழைய நூல்களிலிருந்து இக்கருத்துக்களைப்பற்றி அறியலாம். இயற்கைச் சூழ்நிலைகளைக் கட்டுப்படுத்தும் அடிப்படையான ஒழுங்கு முறைகளைச் சிறிது சிறிதாகக் கண்டறிந்ததும், புவியின் தோற்றத்தைப்பற்றிப் பல விரிவான விஞ்ஞான (Scientific) முறைகளை ஆதாரமாகக் கொண்ட கருத்துகள் வெளியிடப்பட்டன. புவியின் தோற்றத்தைப்பற்றிய பிரச்னை மிகவும் முக்கியமானதாகும். புவி எவ்விதமாகத் தோன்றியது என்று அறியாமல், புவியின் படிமுறை வளர்ச்சி (Evolution) யைப் பற்றியோ, அல்லது அதன் உள் அமைப்பைப் பற்றியோ, அதனுள் இயங்கும் செய்முறைகளையோ சரியாகப் புரிந்துகொள்ளமுடியாது. பல கருத்துகள் வெளியிடப்பட்டிருந்தாலும், அவை யாவும், புவியின் தோற்றத்தைப்பற்றி, ஐயத்திற்கு இடமில்லாத முடிவான விளக்கத்தைக் கொடுப்பதில்லை. இக்கருத்துக்களை விவரிப்பதற்கு முன் புவியைப்பற்றியும், ஞாயிற்றுக் குடும்பத் (Solar system) தின் மற்ற கோள்களைப்பற்றியும் அடிப்படையான உண்மைகளை அறிந்துகொள்ளல் வேண்டும்.

புவியின் உருவம் இரு துருவங்களிலும் சிறிது தட்டையான கோளம்போன்று இருக்கிறது. இக்கோளத்தின் விட்டம் சுமார் 12800 கி. மீ.களாகும். சூரியனுக்கும் புவிக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் 150 மில்லியன் கி. மீ.கள். புவி தன்னைத் தானே மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுற்றுகிறது. ஒரு சுழற்சி முடிவதற்குச் சுமார் 23 மணி 55 நிமிடங்கள் ஆகின்றன. புவி சூரியனைச் சுற்றும் பாதை நீள்வட்டமானது. ஒரு சுற்று

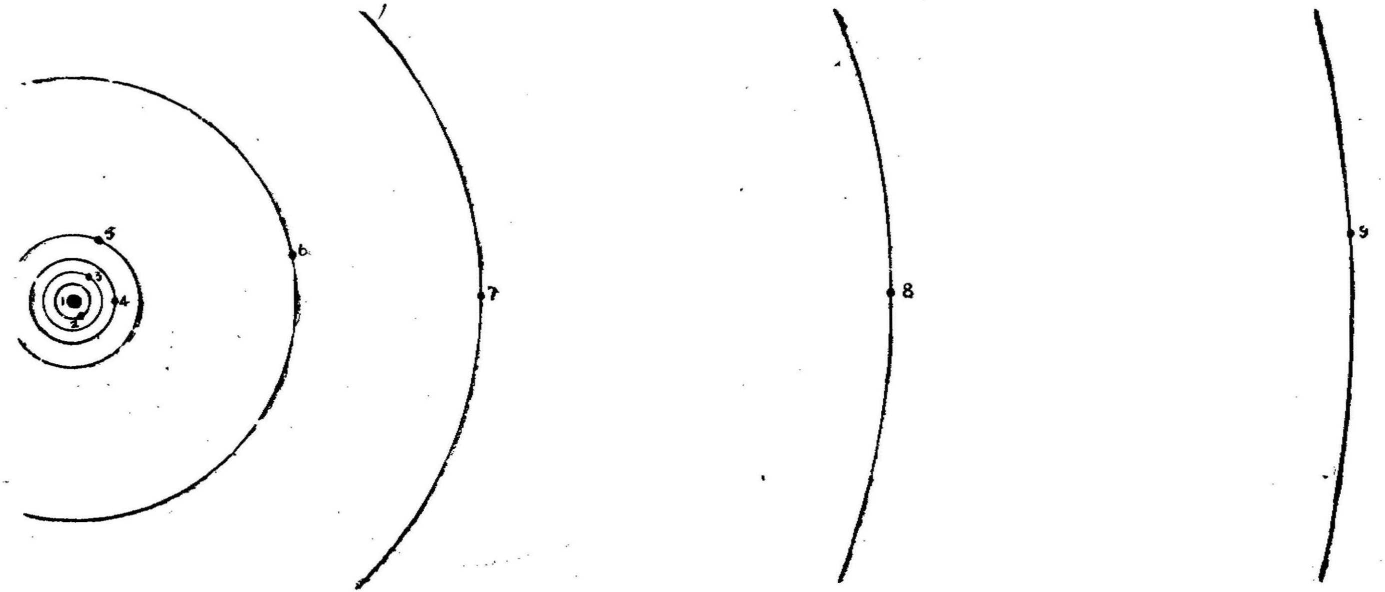
முடிவதற்கு 365¼ நாட்களாகின்றன. ஞாயிற்றுக் குடும்பத்திலுள்ள கோள்களில் புவியும் ஒன்று. இதனால், புவியின் தோற்றத்தைப்பற்றிய பிரச்னை, ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் தோற்றத்தைப்பற்றிய பெரும் பிரச்னையின் பகுதியேயாகும்.

ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தில் ஞாயிற்றைத்தவிர ஒன்பது பெரிய கோள்கள் உள்ளன. அவையாவன—புதன் (Mercury), வெள்ளி (Venus), புவி (Earth), செவ்வாய் (Mars), வியாழன் (Jupiter), சனி (Saturn), யுரேனஸ் (Uranus), நெப்டியூன் (Neptune), ப்ளுடோ (Pluto). இவைகளைத்தவிர ஆயிரக்கணக்கான சிறிய கோள்களும் (Asteroids) உள்ளன. இச்சிறு கோள்கள் செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையேயுள்ளன. எல்லாக் கோள்களும் நீள் வட்டப் பாதையில் (Elliptical orbit) சூரியனைச்சுற்றி ஒரே திசையில் செல்கின்றன. கோள்களின் பாதைகள் ஏறக்குறைய வட்டமாய் இருக்கின்றன. இக்கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றிவரும்போது சூரியனுக்கும் இவைகளுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் ஏறக்குறைய ஒரேயளவாக இருக்கிறது. ஆனால் சூரியனுக்கு அருகேயுள்ள புதனுடைய நீள் வட்டப் பாதையிலும் சூரியனுக்கு வெகு தூரத்திலுள்ள ப்ளுடோவினுடைய நீள்வட்டப்பாதையிலும் கோட்டம் (Eccentricity) அதிகமாயிருக்கிறது. இக்கோள்கள் சூரியனைச்சுற்றி வரும்போது, அவைகளுக்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தில் அதிக மாற்றங்கள் இருக்கின்றன. கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றிவரும் பாதைகள் எல்லாம் ஏறக்குறைய ஒரே தளத்தில் அமைந்துள்ளன. சூரியனுக்கு மிக அருகேயுள்ள புதனின் பாதைத்தளம், புவியின் பாதைத்தளத்திற்கு 6·3° கோணத்தில் அமைந்திருக்கிறது. ப்ளுடோவின் பாதைத் தளத்திற்கும் புவியின் பாதைத் தளத்திற்கும் இடையே உள்ள கோணம் 15·7° ஆகும். மற்றக் கோள்களின் பாதைத்தளங்களுக்கும், புவியின் பாதைத் தளத்திற்கும் இடையேயுள்ள சாய்வு 3½° க்குக் குறைவாயுள்ளது. ஞாயிற்றுக் குடும்பத்திலுள்ள கோள்கள் யாவும் ஒரு தட்டையான அமைப்பில் அடங்கியவை எனலாம். எல்லாக் கோள்களும் தன்னைத்தானே சுற்றிக்கொள்கின்றன. சுழலும் திசையும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. கோள்கள் சுழலும் திசையும், அவை சூரியனைச் சுற்றும் திசையும் ஒன்றுதான். ஆனால், யுரேனஸ் மற்றும் ப்ளுடோ எதிர்த் திசையில் சுழலுகின்றன.

கோளின் பெயர்	சூரியனிடமிருந்து தொலைவு கோடி மீட்டர்கள்	பாதைகளின் கோட்டம்	பாதையின் சாய்வு	கோளுடைய நிறை (புவியின் நிறை=1)	கோளுடைய அரைவிட்டம் (புவியின் அ. விட்டம்=1)	கோளுடைய அடர்த்தி	தன்னைத்தானே சுற்றி வருவதற்கு வேண்டிய காலம்	துணைக் கோள்களின் எண்ணிக்கை
புதன்	3·6	0·206	6·3	0·545	0·38	5·5	88 நாட்கள்	0
வெள்ளி	6·72	0·007	2·2	0·816	0·96	5·1	20 நாட்கள் (?)	0
புவி	9 3	0·017	1·6	1·100	1·000	5·516	23 மணி 56 நிமிடங்கள்	1
செவ்வாய்	14·1	0·093	1·7	0·107	0·53	3·9	24 மணி 37 நிமிடங்கள்	2
வியாழன்	48·3	0·048	0·3	318·35	10·95	1·34	9 மணி 30 நிமிடங்கள்	12
சனி	88·61	0·056	0·9	95·33	9·14	0·70	10 மணி 14 நிமிடங்கள்	9
யுரேனஸ்	178·3	0·047	1·0	14·58	3·90	1·4	10 மணி 42 நிமிடங்கள்	5
நெப்டியூன்	279·3	0·009	0·8	17·26	3·50	2·2	15 மணி 8 நிமிடங்கள்	2
ப்ளுடோ	367·5	0·247	15·7	?	?	?	?	0



படம்—106. கோள்களின் அளவுகள் 1. புதன். 2. வெள்ளி. 3. புவி. 4. செவ்வாய். 5. வியாழன். 6. சனி. 7. யுரேனஸ். 8. நெப்டியூன். 9. ப்ளூடோ.



படம்—107. கோள்களின் பாதைகள். 1. சூரியன். 2. புதன். 3. வெள்ளி. 4. புவி. 5. செவ்வாய். 6. வியாழன். 7. சனி. 8. யுரேனஸ். 9. நெப்டியூன். இப்படத்தில் கோள்களின் அளவு சரியாகக் குறிப்பிடவில்லை.

சூரியனுக்கு அருகேயுள்ள கோள்கள் புதன், வெள்ளி, புவி, செவ்வாய்-சிறியவை; தொலைவிலுள்ள கோள்கள் பெரியவை. எல்லாக் கோள்களின் மொத்த நிறை ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் நிறையில் 0·13%தான். ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மொத்த நிறையில் 99·87% ஞாயிற்றினிடமே அடங்கியுள்ளது. சூரியனுக்கு அருகேயுள்ள நான்கு கோள்களின் அடர்த்தி, பெரிய கோள்களின் அடர்த்தியைவிட அதிகமாயிருக்கிறது. சூரியனுக்குத் தொலைவிலுள்ள பெரிய கோள்களின் சுழலும் வீதம் மற்ற சிறிய கோள்களின் சுழலும் வீதத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாயுள்ளது. சூரியனிடத்தில் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் 99·87% நிறையிருந்தாலும், அதன் சுழற்சியால் ஏற்படும் கோணத்திணிவு வேகம் (angular momentum) ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மொத்த அளவில் 2% ஆகும். கோள்களின் சுழற்சியாலும், அவை சூரியனைச் சுற்றுவதாலும் அதிகக் கோணத் திணிவு வேகம் உண்டாகிறது. புவியில் காணப்படும் இரசாயனத் தனிமங்களில் (Chemical element) 60 தனிமங்களைச் சூரியனிடம் கண்டுள்ளார்கள். மற்ற தனிமங்களும் இருக்கக்கூடும். ஆனால் அவைகள் இருப்பது கண்டு பிடிக்கப் படவில்லை. புவியின் மேலோட்டில் எந்தெந்தப் பொருள்கள் மிகுந்த அளவில் இருக்கின்றனவோ, அவையே சூரியனிடமும் மிகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றன. புவியில் அரிதான பொருள்கள், சூரியனிடமும் அரிதாகவே உள்ளன. ஆனால் சூரியனுடைய மொத்த நிறையில் மூன்றில் ஒரு பங்காக உள்ள ஹைட்ரஜன் (Hydrogen) புவியில் மிகவும் அரிதாகவே உள்ளது. மற்ற கோள்கள், துணைக் கோள்கள் இவைகளின் இரசாயனக் கூறுகளிலிருந்து அவைகளிலும், புவியிலிருக்கும் பொருள்கள் அடங்கியுள்ளன என்று தெரிகிறது. மற்ற விண்மீன்களும் (Stars) சூரியனைப்போல இரசாயனச் சேர்க்கை வீதம் உடையவை எனலாம். சூரியனிடம் மிகுந்து இருக்கும் பொருள்கள் விண்மீன்களிலும் மிகுந்து உள்ளன.

மிகத் தொலைவிலுள்ள ப்ளூடோவும் (Pluto), மிக அருகிலுள்ள புதனும் வெள்ளியும் தவிர மற்ற கோள்களுக்குத் துணைக் கோள்கள் (Satellites) இருக்கின்றன. இவை சிறியவையாயும் கோள்களைச் சுற்றி நீள்வட்டப் பாதையில் சுற்றிக் கொண்டும் உள்ளன. புவியின் ஒரே துணைக் கோள் திங்கள் (Moon) ஆகும். அது புவியை ஒரு தடவை சுற்ற $27\frac{1}{3}$ நாட்கள் ஆகின்றன. புவிக்கும் திங்களுக்கும் இடையேயுள்ள சராசரி தூரம் 40,000 கி. மீ.கள். செவ்வாய் இரண்டு துணைக்கோள்களை உடையது. வியாழனுக்கு 12 துணைக் கோள்கள் உண்டு.

அவற்றில் நான்கு மிகப் பெரியவை. சனியைச் சுற்றி 9 துணைக் கோள்கள் செல்கின்றன. இவைகளைத் தவிரப் பல சிறிய பொருள்கள் ஒரு வளையம் (Ring) போன்று சனியைச் சுற்றி வருகின்றன. யுரேனஸ் ஐந்து துணைக்கோள்களைக் கொண்டது. நெப்டியூனுக்கு இரண்டு துணைக் கோள்கள் உள்ளன. இத் துணைக் கோள்களில், வியாழனுடைய தொலைவிலிருக்கும் நான்கு துணைக் கோள்களும், சனியினுடைய வெகு தூரத்திலுள்ள துணைக் கோளும், யுரேனஸுடைய முதல் நான்கு துணைக் கோள்களும், நெப்டியூனுடைய முதல் துணைக் கோளும் வக்கரமான (retrograde) பாதைகளை உடையவை. மற்ற துணைக் கோள்கள் யாவும், அவைகளின் கோள்களைச் சுற்றி, அக்கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றிவரும் ஒரே திசையில் செல்கின்றன. வக்கரமான பாதைகளை உடைய கோள்கள் எதிர்த் திசையில் சுற்றி வருகின்றன.

கோள்களையும், துணைக் கோள்களையும் தவிர ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தில் வால்மீன்களும் (Comets), எரிமீன்களும் (Meteors), விண்கற்களும் (Meteorites) உள்ளன. வால்மீன்கள் ஞாயிற்றைச் சுற்றி வருகின்றன. அவைகளின் அளவு மிகவும் வேறுபடுகிறது. சில சிறு கற்களைப் போன்றவை; சில சிறு கோள்களைப் போன்றவை. வால்மீன்கள் சூரியனைச் சுற்றும் பாதைகள் மிகவும் நீண்ட நீள்வட்டமாக இருக்கும். பாதைகளின் தளமும் கோள்களின் பாதைத்தளத்திலிருந்து வேறுபட்டுள்ளது. அவை சுற்றும் திசையும் மாறுபடுகிறது. சில வால்மீன்கள் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தில் நிலையாக இருக்கின்றன. அவைகளின் பாதை நீண்டு இருப்பதால் அவை சூரியனைச் சுற்ற நீண்டகாலம் ஆகிறது. மற்றுஞ்சில வால்மீன்கள் வானவெளியிலிருந்து சூரியனின் ஈர்ப்பு விசையால் சூரியனுடைய குடும்பத்தை வந்தடைகின்றன. சில சூரியனுடைய குடும்பத்திலிருந்து விலகி வெளியே சென்றுவிடுகின்றன. வால்மீன்களின் ஒழுங்கற்ற பாதைகளிலிருந்தும், அவைகளின் பாதைத் தளங்களிலுள்ள வேறுபாடுகளிலிருந்தும் அவைகள் சூரியனின் ஈர்ப்பு விசையால் சூரியனுடைய குடும்பத்தை வந்தடைந்திருக்கலாம் என்று தெரிகிறது. சுமார் ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் அடர்த்தி மிகக் குறைந்த மேகம் போன்ற நெபுலத்தின் (Nebula) வழியாகச் சூரியன் சென்றபோது, இவ்வால்மீன்கள் சூரியனுடைய ஈர்ப்பு விசையால் கைப்பற்றப்பட்டன எனலாம். எரிமீன்கள் வானத்தில் விரைவாகச் செல்லும் சிறு துகள்களாகும். இவை புவியின் வளிமண்டலத்தில் விநாடிக்கு 40 முதல் 70 கி. மீ. வேகத்தில்

செல்கின்றன. வேகமாகப் போவதால் ஏற்படும் உராய்தலினால், திடமான பொருள் எரிந்து ஆவியாகிவிடுகிறது. வெப்பம் அதிகமாயிருப்பதால், அவை எரியும்போது பிரகாசமான ஒளி தோன்றுகிறது. எரிமீன்கள் இரவில் வானத்தில் செல்லும் போது, ஒளியும் பின்தொடர்ந்து செல்லக் காணலாம். சில எரிமீன்கள் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்திற்கு வெளியே இருந்து வந்தாலும், பெரும்பாலானவை ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவையாகும். தினமும் கோடிக்கணக்கான எரிமீன்கள் புவியை நோக்கி வருகின்றன என்றும், இவற்றில் சில மட்டும் நம் கண்ணுக்கு இரவில் புலப்படுகின்றன என்றும் சொல்கிறார்கள். எரிமீன்களின் பருமன் சில அங்குலங்களாக இருக்கும். இச்சிறிய பொருள்கள் வளிமண்டலத்தில் பாயும்போது முழுதும் எரிந்துவிடுகின்றன. ஆனால், பெரிய துண்டுகள் வளிமண்டலத்தின் வழியாகப் புவிப் பரப்பை அடைந்துவிடுகின்றன. அவற்றின் ஒரு பகுதி எரிந்துவிட்டாலும், எரிந்துவிடாத பகுதி கற்களைப்போன்று இருக்கும். இவை விண்கற்கள் (Meteorites) எனப்படுகின்றன. இக்கற்கள் விழும்போது விழுந்த இடம் பெரிய பள்ளமாகிவிடக்கூடும். விண்கற்களிலிருந்து, விண்ணில் உள்ள பொருள்களின் கூறுகளைப் பற்றி அறிய முடிகிறது. விண்கற்களில் சில ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் பகுதிகளிலிருந்தும், மற்றுஞ் சில அதற்கு வெளியே இருந்தும் வந்து புவியை அடைகின்றன.

ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் தோற்றத்தைப்பற்றிப் பல கருத்துக்கள் அவ்வப்போது வெளிப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கருத்தும், தொடக்கத்திலுள்ள நிலையை ஊகித்துக்கொண்டு, அந்நிலையிலிருந்து ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் சிறப்பான அம்சங்கள் எவ்வாறு தோன்றின என்று விளக்க முயற்சிக்கிறது. அண்மையில் பல கருத்துக்கள் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனாலும், இவைகளில் ஏதேனும் ஒன்றாவது, ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் எல்லாக் கூறுகளுக்கும் சரியான விளக்கம் தருவதில்லை. ஒவ்வொரு கருத்தும் ஓரிரண்டு அம்சங்களை விளக்க உதவுகிறது. இக்கருத்துக்களை இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. படிமுறை வளர்ச்சியால் ஞாயிற்றுக் குடும்பம் தோன்றியது என்பவை. 2. திடீரென ஏற்பட்ட மாறுதல்களால் ஞாயிற்றுக் குடும்பம் தோன்றியது என்பவை. இரண்டாவது பிரிவைச் சார்ந்த கருத்துக்கள் சூரியனுக்கும் அதற்கு அருகே வந்த மற்றொரு நட்சத்திரத்திற்கும் இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசையை ஆதாரமாகக் கொண்டவை. சூரியனுக்கும் மற்ற நட்சத்திரங்களுக்கும் இடையே மிக அதிக தூரம் இருப்

பதால், சூரியனுக்கு அருகே நட்சத்திரம் வருவதோ அல்லது மோதுவதோ சாதாரணமாக நிகழக்கூடியது அன்று. சூரியனுக்கு மிக அருகேயுள்ள நட்சத்திரம் ஆல்ஃபா சென்டாரி (Alpha centauri) சூரியனிடமிருந்து 4×10^{13} கி.மீ. தூரத்தில் உள்ளது. இந்தத் தூரத்தை ஏதேனும் இரண்டு நட்சத்திரங்களுக்கு இடையேயுள்ள சராசரி தூரமாகவும் எடுத்துக்கொள்ளலாம். சராசரிஅளவுள்ள நட்சத்திரத்தின் விட்டம் 1·6 மில்லியன் கி.மீ. களாகும். சூரியனும் மற்ற எல்லா நட்சத்திரங்களும் அண்டத்தின் மையத்திலிருந்து வெவ்வேறு திசைகளில் வெவ்வேறு வேகத்தில் சென்று கொண்டேயிருக்கின்றன. ஆகையால் ஒரு நட்சத்திரம் சூரியனைப்போன்ற மற்றொரு நட்சத்திரத்திற்கு அருகே வருவது மிகவும் அரிதாக நிகழக்கூடியது. அப்படி நிகழ்வதாயிருந்தால், ஞாயிற்றுக் குடும்பம் பிரபஞ்சத்திலேயே தனிச் சிறப்புடையதாய் இருக்கவேண்டும். சில கருத்துகளின் முக்கிய அம்சங்களைக் கவனிக்கும்போது, இப் பிரச்னையிலுள்ள சிக்கல்கள் புலனாகின்றன.

லாப்லஸின் கொள்கை (Laplace's Theory)

இப்பிரபஞ்சம் உண்டானதைக் குறித்து முதன் முதலில் விரிவான விளக்கம் தந்த விஞ்ஞானி லாப்லஸ் என்பவராவர். இவர் இக்கருத்தைக் கி. பி. 1796ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார். இக்கருத்து சுமார் நூறு ஆண்டுகளுக்கு நிலவியிருந்தது. பால் வழியில் (Milky way) குறைந்த அடர்த்தியுள்ள வாயுக்களாலான நெபுலங்கள் (Nabulae) இருந்தது அவர் காலத்தில் தெரியும். சூரியனிடமிருந்து வெகு தொலைவிலுள்ள ப்ளூடோ வரையிலுள்ள எல்லா இடத்தையும் அடக்கிய ஒரு மிகப் பெரிய வெப்பமான நெபுலம் இருந்ததென லாப்லஸ் கருதினர். இந்நெபுலத்தின் மையத்தில் அடர்த்தி அதிகமாயிருந்ததாயும், அதைச் சுற்றிப் பரந்த வெப்பமான வாயுமண்டலம் இருந்ததாயும் அவர் கருதினர். இந்த நெபுலம் முதலில் சுழன்று கொண்டேயிருந்தது. அடர்த்தியான உட்பகுதியைவிட அடர்த்தியில்லாத வெளிப்பகுதி வேகமாகச் சுழன்றுகொண்டிருந்தது. கதிர்வீசுமுறையால் வெப்பம் படிப்படியாகக் குறைந்தது. இதனால் நெபுலம் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகச் சுருங்கியது. நெபுலத்தின் விட்டம் குறைந்ததால் அதன் சுழற்சியின் வேகமும் அதிகரித்தது. நெபுலத்தின் விளிம்புகளில் மையநீக்க விசை (Centrifugal force) அதிகரிக்கும். ஏனெனில், இவ்விடத்தில் அடர்த்தி குறைவாயுள்ள பகுதி மிக வேகமாகச் சுழலுகிறது. மையநீக்க விசை மையத்தின் ஈர்ப்பு விசையை

விட அதிகமாகும்போது நெபுலத்தின் விளிம்பிலுள்ள பகுதி, மையத்தினின்றும் பிரிந்து வாயுக்களாலான வளையம் (Gaseous ring) தோன்றுகிறது. இவ்வளையத்திலுள்ள பொருள்களும் நெபுலத்தை, அது சுழலும் திசையில் சுற்றிக்கொண்டிருந்தன. இவ்வளையத்திலுள்ள பொருள் ஓர் இடத்தில் சேர்ந்து, வெப்பமான வாயுக்களாலான கோளமாக உருவாயிற்று. இவ்வாயுக்கோளம் சிறிது சிறிதாகக் குளிர்ச்சியடைந்து இறுதியில் ஒரு கோளமாக மாறியது. இக்கோளம் குளிர்ச்சியடையும்போதும், வளைய வடிவில் பொருள் பிரிந்து, துணைக் கோள்கள் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும். பெரிய நெபுலம் குளிர்ச்சியடைந்து சுருங்கும்போது கோள்கள் தோன்றின என்றும் இக்கோள்கள் வாயுக் கோள்களாக இருந்து, சுருங்கும்போது துணைக் கோள்கள் தோன்றின என்றும் லாப்லஸ் விளக்கினார். எல்லாக் கோள்களும் நெபுலத்தின் மத்திய தளத்தில் அமைந்துள்ளன. நெபுலத்தின் மையப்பகுதி சூரியனாக இருக்கிறது. லாப்லஸின் கருத்து, கோள்கள் ஒரே திசையில் சுழல்வதையும், அவை சூரியனைச் சுற்றி ஒரே திசையில் செல்வதையும், அவைகளின் பாதைத் தளங்கள் ஏறக்குறைய ஒரே தளத்தில் இருப்பதையும் விளக்குகிறது. துணைக் கோள்கள் ஏற்படுவதையும், அவை கோள்களைச் சுற்றுவதையும்கூட லாப்லஸ் விளக்கினார். இக்கொள்கைக்கு எதிராகப் பிறகு கண்டறிந்த சில உண்மைகள் வெளியிடப்பட்டன.

லாப்லஸின் கருத்துப்படி ஒரு நெபுலம் சூரியனிடமிருந்து ப்ளூடோ வரையில் பரவியிருந்திருக்கவேண்டும். அந்த நெபுலத்தின் விட்டம் சுமார் 9600 மில்லியன் கி. மீ.களாகும். அவ்வளவு பெரிய நெபுலங்கள் அண்டத்தில் தற்போது இல்லை. முன்பு அவ்வளவு பெரிய நெபுலம் இருந்திருந்தாலும், அது சில ஆயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளில் சூரியன் அளவுக்குச் சுருங்கியிருக்காது. சூரியனுடைய அளவில் அது தோன்றியதிலிருந்து அதிக மாற்றங்கள் ஏற்படவில்லை என்பதற்கு வேறு சான்றுகள் உள. முதலில் இருந்த நெபுலம் சூரியனைப்போல் இருந்திருப்பின், அதிலிருந்து தோன்றிய கோள்கள் சூரியனுக்கு அருகிலேயே இருக்கவேண்டும். இக்கோள்களில் சில சூரியனிடமிருந்து ஆயிரக்கணக்கான மில்லியன் கி. மீ. தொலைவில் உள்ளன. மேலும், லாப்லஸின் நெபுலக் கொள்கை (Nebular hypothesis) சரியாக இருந்தால், ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மொத்த கோணத்திணிவு வேகத்தின் பெரும்பகுதி, நெபுலத்தின் மையப் பகுதியான சூரியனிடம் இருக்கவேண்டும்.

ஆனால் சூரியனிடம் மொத்த கோணத் திணிவு வேகத்தின் 2% தான் இருக்கிறது. முதலில் இருந்த நெபுலம் சூரியனைவிடப் பெரிதாக இல்லாமலிருந்தால், இதன் மொத்த கோணத் திணிவு வேகம் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மொத்த திணிவு வேகத்திற்கு ஒப்பாக இருந்திருக்கும். அப்பொழுது நெபுலம் சூரியனைப்போல் 50 மடங்கு வேகமாகச் சுழன்று கொண்டேயிருக்கும். அப்படி வேகமாகச் சுழன்றாலும், நெபுலத்தின் விளிம்புகளிலிருந்து வளைய வடிவத்தில் பொருளைப் பிரிக்கவேண்டிய அளவு மைய நீக்க விசை இருக்காது. நெபுலம் சூரியனைவிட மிகப் பெரிதாயிருந்தாலும், மைய நீக்க விசை, மைய ஈர்ப்பு விசையைக் காட்டிலும் குறைந்தேயிருக்கும். ஆகையால் வளைய வடிவில் பொருள் பிரிக்கப்படமாட்டாது. அப்படி வளையமாக வாயுப்பொருள் பிரிந்தாலும், அப்பொருள்கள் அண்டத்தில் சிதறிவிடும்; குளிர்ச்சியடைந்து கோள்களாக உருவாகா.

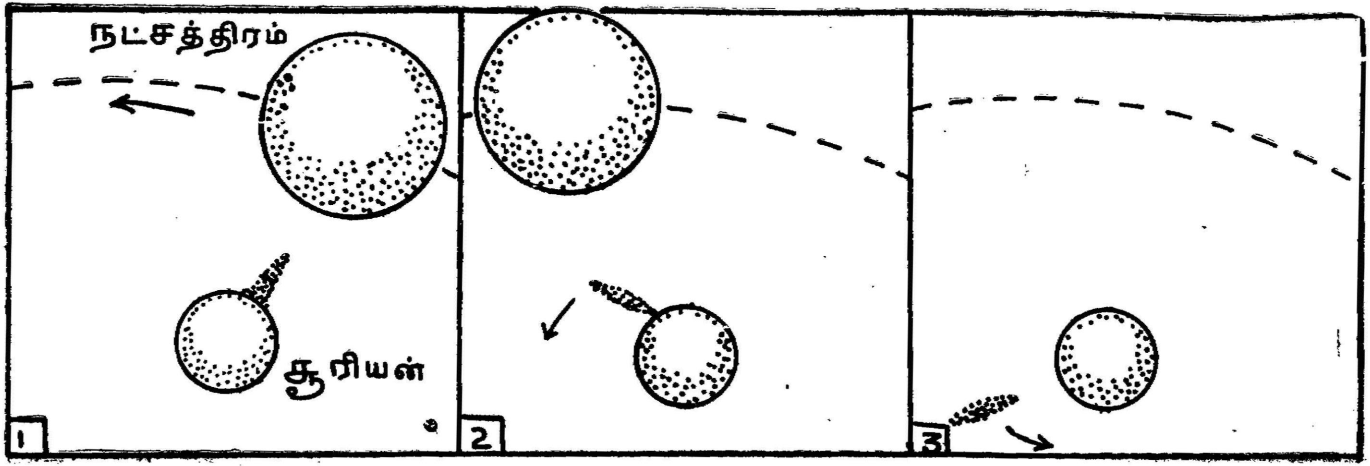
கோள் அணுக் கொள்கை (Planetesimal Theory)

இக்கொள்கை 1905ஆம் ஆண்டு சேம்பர்லேன் (Chamberlain) மற்றும் மோல்டன் (Moulton) என்பவர்களால் வெளியிடப்பட்டது. சூரியனுடைய மேற்பரப்பில் அடிக்கடி கொந்தளிப்பு ஏற்பட்டு, ஆயிரக்கணக்கான கி. மீ. உயரத்திற்கு சுவாலைகள் (Prominences) பீறிட்டு எழும்புகின்றன. இந்த உண்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு கோள் அணுக் கொள்கை விவரிக்கப்பட்டது. இச்சுவாலைகளின் வாயிலாக வாயுக்களும் ஆவிகளும் சூரியனைவிட்டு வெளிவருகின்றன. பழங்காலத்தில், சூரியனின் கொந்தளிப்பு அதிகமாக இருந்ததாகவும், அடிக்கடி நிகழ்ந்ததாகவும் அவர்கள் கருதினார்கள். ஒரு நட்சத்திரம் சூரியனுக்கு அருகே செல்ல நேரிட்டால், கொந்தளிப்பு அதிகமாக ஏற்பட்டு, சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பட்ட ஆவிகளும் வாயுக்களும், நட்சத்திரத்தின் ஈர்ப்பு விசையால் இழுத்துச் செல்லப்பட்டன. இப்பொருள்கள் குளிர்ச்சியடைந்து சிறிய கெட்டியான கோளணுக்களாக மாறின. இக்கோளணுக்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து பெரிய கோள்களாக உருவாயின. கோளணுக்களின் சிறிய கூட்டங்கள் துணைக் கோள்களாயின. இக்கருத்துக்கு முக்கிய எதிர்ப்பு யாதெனில் சிறு அளவிலுள்ள வாயுப்பொருள் சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பட்டால்அது அண்டத்தில் பரவிவிடுமேயன்றி, ஒன்றாகச் சேர்ந்து, குளிர்ச்சியடைந்து கோளணுக்களாக மாறாது. அப்படிக் கோளணுக்களாகவும் கோள்களாகவும்

தோன்றினும், அவைகளில் உள்ள கோணத்திணிவு வேகம் குறைந்திருக்கும்.

ஓதவிசைக் கொள்கை (Tidal Theory)

இக்கொள்கையை ஜேம்ஸ் ஜீன்ஸ் (James Jeans) முதலில் வெளியிட்டார். ஜெஃப்ரீஸ் (Jeffreys) இக்கருத்தை விரிவு படுத்தி விளக்கினர். சூரியனுக்கு மிக அருகே வந்த மற்றொரு பெரிய நட்சத்திரத்தின் கவர்ச்சியின் விளைவாகச் சூரிய னுடைய மேற்பகுதியிலிருந்து ஒரு பாகம் வெளியேறி இருக்க வேண்டும் என்பது இவர்களுடைய கருத்து. வெளியேறிய பாகம், சூரியனுடைய மேற்பரப்பிலிருந்து வந்ததால், அப் பாகத்தின் பருமனும் அடர்த்தியும் குறைவாக இருந்திருக் கும். இப்பாகம் நட்சத்திரத்தின் கவர்ச்சியால் வெளிப்பட்ட போது, அதன் உருவம் நீண்ட புறங்குவிந்த கண்ணாடி வில்லை (Convex Lens) போன்று இருக்கும். அதில் சூரியனுடைய மேற் பாகங்களிலுள்ள வாயுக்களும் ஆவிகளும் அடங்கியிருக் கும். நட்சத்திரத்தின் கவர்ச்சியால் வெளிப்பட்ட பாகம், அதிகமான கோணத்திணிவு வேகத்தையும் பெறுகிறது. இப் பாகம் நட்சத்திரத்தின் பாதையில் இழுக்கப்பட்டாலும், நட் சத்திரம் வெகுதூரம் சென்றதும், அது சூரியனுடைய கவர்ச்சி யால் இழுக்கப்பட்டுச் சூரியனைச் சுற்ற ஆரம்பிக்கும். இப் பாகம் குறுகியும், நீண்டும் இருப்பதாலும், இப்பாகத்தில் எல்லாவிடங்களிலும் அடர்த்தி ஒரேயளவாக இல்லாததாலும், இது பல பகுதிகளாகப் பிரிந்துவிடும். அடர்த்தி மிகுந்துள்ள இடங்களில் பொருள் சேர்ந்து, கோள்களாக மாறின. இக் கோள்கள் முதலில் வாயு நிலையில் இருந்து, படிப்படியாகக் குளிர்ச்சியடைந்து திரவநிலையையும் இறுதியில் கெட்டியாக வும் மாறிவிட்டன. சூரியனிடமிருந்து வெளியேறிய பகுதி, புறங்குவிந்த லென்ஸ்போல இருந்ததால் இரு குறுகிய ஓரங் களிலும் சிறிய கோள்கள் தோன்றின; மையப் பகுதி பரும ஞக இருந்ததால், அங்குப் பெரிய கோள்கள் உருவாயின. ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தில் உள்ள கோள்களின் அளவிலுள்ள வேறுபாடு இக்கருத்துக்குத் தகுந்ததாய் இருக்கிறது. புதன், சுக்கிரன், புவி, செவ்வாய் போன்ற சிறிய கோள்கள், சூரிய னுக்கு அருகேயும், ப்ளுடோ சூரியனுக்குத் தொலைவிலும் உள்ளன; பெரிய கோள்களான வியாழனும், சனியும், யுரேன ஸும், நெப்டியூனும் நடுவில் இருக்கின்றன. முதலில் கோள் களின் பாதைகளின் கோட்டம் (Eccentricity) அதிகமாயிருந் திருக்கும். சில சமயங்களில் இக்கோள்கள் சூரியனுக்கு



படம்—108 ஓதவிசைக் கொள்கையை விளக்கும் படம்.

அருகே வர நேரிடும்போது, சூரியனுடைய கவர்ச்சி விசையால், அவைகளிலிருந்து ஒரு பகுதி வெளிப்பட்டு, துணைக் கோள்களாக அமையும். இவ்வகையில் எல்லாத் துணைக் கோள்களும், உண்டாயிருக்கலாம். நட்சத்திரத்தின் கவர்ச்சியால், சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பட்ட பொருள்கள் சூரியனைச் சுற்றிச் சிதறியிருக்கும். இப்பொருள்கள் கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றுவதைச் சிறிதளவு தடுக்கும் வகையில் அமைந்திருக்கும். இதனல் கோள்களின் பாதைகளின் கோட்டம் குறைந்து, அவைகளின் பாதை ஏறக்குறைய வட்டமாக அமைந்துவிடும்.

இக்கொள்கைக்குச் சில எதிர்ப்புக்கள் உள்ளன. முன் சொன்னபடி ஒரு நட்சத்திரம் சூரியனைப்போன்ற மற்றொரு நட்சத்திரத்திற்கு அருகே வருவதோ அல்லது ஒன்றையொன்று மோதிக்கொள்வதோ மிக மிக அரிதான செயல். அம்மாதிரி ஒரு நட்சத்திரம் மற்றொன்றை அணுகுவதோ, மோதிக்கொள்வதோ சுமார் 6 லட்சம் மிலியன் ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை நிகழலாம் என்று ஜீன்ஸ் கூறினர். ஆனல், நட்சத்திரங்களின் சராசரி வயது பதினையிரம் மிலியன் ஆண்டுகள் தான். எனவே, ஒரு நட்சத்திரம் சூரியனை அணுகுவதோ அல்லது சூரியனுடன் மோதிக்கொள்வதோ சாதாரணமாக முடியாது எனலாம். சூரியனிடமிருந்து ஒரு பாகத்தைப் பிரித்து எடுக்கவேண்டுமானல், நட்சத்திரம் சூரியனுக்கு மிக அருகே சென்றிருக்கவேண்டும். அப்படியிருப்பின், சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பட்ட பகுதியும், அதிலிருந்து தோன்றிய கோள்களும் சூரியனுக்கு அருகிலேயே இருக்கவேண்டும். ஆனல், சூரியனுக்கும் ப்ளூடோவுக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் 5800 மில்லியன் கி.மீ.கள் ஆகும். கோள்களுக்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள அதிக தூரத்தை இக்கருத்து விளக்குவதில்லை. நட்சத்திரத்தின் கவர்ச்சியால் சூரியனிடமிருந்து வெளிப்பட்ட பகுதி சூரியனுடைய உட்பகுதியிலிருந்துதான் வெளிப்பட்டிருக்கவேண்டும் என்று சிலர் கருதுகிருர்கள். அப்பகுதியின் வெப்பநிலை சுமார் 1 மிலியன்°C ஆக இருந்திருக்கும். இந்நிலையிலுள்ள பொருள் சிறிது சிறிதாகக் குளிர்ச்சியடைந்து கோள்களாக மாறியிருக்காது என்றும், அது அண்டவெளியில் சிதறி மறைந்துபோயிருக்கும் என்றும் சில விஞ்ஞானிகள் கருதுகிருர்கள்.

இரட்டை நட்சத்திரக் கொள்கை (Binary Star Hypothesis)

இக்கொள்கையின்படி முதலில் சூரியனும், மற்ருெரு நட்சத்திரமும் சேர்ந்து ஒரு இரட்டை நட்சத்திரமாக இருந்தன. அந்த நட்சத்திரம் சூரியனைப்போன்ற அளவையும் நிறையையும் கொண்டிருந்தது. அது சூரியனைச் சுற்றிக்கொண்டிருந்தது. அந்த நட்சத்திரம் சூரியனிடமிருந்து சுமார் 2700 மிலியன் கி.மீ. தொலைவில் இருந்தது. தற்போதுள்ள சனியின் பாதைக்கும், யுரேனஸுடைய பாதைக்கும் இடையே அந்த நட்சத்திரத்தின் பாதை அமைந்திருந்தது. இந்த நட்சத்திரத்திற்கு அருகே மற்ருெரு நட்சத்திரம் செல்ல நேர்ந்தபோது, சூரியனுக்கு ஜோடியாயிருந்த நட்சத்திரத்திலிருந்து, ஒரு பகுதி பிரிக்கப்பட்டது. மேலும், அந்த நட்சத்திரம், சூரியனுடைய கவர்ச்சி மண்டலத்திற்கு அப்பால் இழுத்துச்செல்லப்பட்டது. முன்பிருந்த நட்சத்திரத்தின் ஒரு பகுதி சூரியனைச் சுற்றிவந்து கொண்டிருக்கும் போது அதிலுள்ள பொருள்கள் குளிர்ச்சியடைந்து, கோள்களாக உருவாயின. கோள்களுக்கு இடையேயுள்ள கவர்ச்சியால் துணைக்கோள்கள் தோன்றின. இக்கொள்கை சூரியனுக்கும், கோள்களுக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தை விளக்க முயலுகிறது. ஆனால், அதில் வெற்றி பெறுவதில்லை. ஏனெனில், கோள்கள் யாவும், சூரியனுடைய ஜோடியான நட்சத்திரத்தின் பாகத்திலிருந்து தோன்றியவை என்ருல், அக்கோள்கள் யாவும் ஒன்றிற்கொன்று அருகே இருக்கவேண்டும் அல்லவா! ஆனால் புதனுக்கும் ப்ளுடோவுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு 5700 மிலியன் கி.மீ.க்கு மேலாக இருக்கிறது. முன்பிருந்த இரட்டை நட்சத்திரத்தின் பாதையிலிருந்து புதனுடைய பாதை 2600மிலியன் கி. மீ. தூரத்திலும், ப்ளுடோவினுடைய பாதை 3100 மிலியன் கி. மீ. தொலைவிலும் இருக்கின்றன. இவ்வளவு தூரத்திற்கு அக்கோள் எவ்வாறு போயிருக்கக்கூடும் என்பது பிரச்னையாகும். இப்பிரச்னைக்கு இக்கொள்கை விடை அளிப்பதில்லை.

நெபுலங்களாலான மேகங்கள் (Nebular-Cold) **கொள்கை**

சூரியனைச் சுற்றிப் பரவியிருந்த நுண்ணிய பொருள்களைக் கொண்ட மேகங்களிலிருந்து கோள்கள் தோன்றின என்ற கொள்கையை வைட்ஸாக்கர் (Weitzsacker) அமெரிக்காவிலும், ஆட்டோ ஷ்மிட் (Otto Schmidt) ஜெர்மனியிலும் 1944 ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார்கள். இம்மாதிரியான கொள்கைகளை க்னைபர் (Kniper) ஹாய்ல் (Hoyle) மற்றும் பலர் அண்மையில் விளக்கியுள்ளார்கள். அடர்த்தியான நெபுலங்களுடைய மேகத்தின் வழியாகச் சூரியன் செல்ல நேர்ந்தது என்றும்,

அப்பொழுது அதனுடைய ஈர்ப்பு விசையால், நெபுலங்களி லுள்ள பொருள்களை அதிக அளவில் தன்னைச் சுற்றிச் சேகரித்துக் கொண்டது என்றும் வைட்ஸாக்கர் கருதினர். இப்பொருள் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் விட்டத்தின் அளவை யுடைய (சுமார் 11600 மில்லியன் கி. மீ.) தட்டாக (Disc) இருந் தது. இப்பெரிய தட்டிலுள்ள பொருள் மெதுவாகக் குளிர்ச்சி யடைந்து, கோள்களும் துணைக்கோள்களும் ஏற்பட்டன.

சூரியனைச் சுற்றியிருந்த பெரிய மேக மண்டலத்தில் வாயுக்களும் தூசியும் (Dust) இருந்தன என்று ஷ்மிட் கருதினர். இம்மேகத்திலிருந்து கோள்கள் ஏற்படுவதை இரு நிலைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் நிலையில் பெரிய துகள்களா லான பெருங் கூட்டம் ஏற்பட்டது. இத்துகள்களின் அளவு தொடக்கத்திலிருந்த தூசியை விடப் பெரியதாயும், ஆனல் கோள்களைவிட மிகச் சிறியதாயும் இருந்தது. இரண்டாவது நிலையில், இப்பெரிய துகள்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து கோள்களாக மாறின. வாயுக்களும் தூசியும் இருந்த மேகமண் டலத்தில் எல்லாப் பொருள்களும் வெவ்வேறு பாதைகளில் பறந்து கொண்டும், அப்படியே சூரியனைச் சுற்றிக்கொண்டும் இருந்தன. தூசியாலான பொருள் வாயுக்களைவிட அடர்த்தியா யிருப்பதால், தூசிப்பொருள்கள் மேகத்தின் மையத்தளத்தில் படிந்துவிட்டன. இவ்வாறாக, தூசிப்பொருள்களாலான சிறிய அச்சு உடைய சுற்றும் தட்டு (Disc) ஏற்பட்டது. இத்தட்டி லுள்ள பொருள்கள் நெருங்கி உள்ளதால், அவைகளுக்கு இடையேயுள்ள கவர்ச்சியால் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து பல கூட்டங்களாக மாறின. இவை சூரியனைச் சுற்றிக்கொண் டிருந்தன. இவை ஒன்றோடொன்று மோதுவதால் அவைகளின் வேகம் குறைந்தது. மேலும், மோதும் போது ஏற்படும் வெப்பம் கதிர்வீசு முறையால் அண்ட வெளியை அடைந்தது. பெரிய பொருள்களின் கவர்ச்சியால் சிறியவையும் அவைக ளோடு சேர்ந்து, மேலும் பெரியவாயின. சில பெரிய பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று மோதும்போது உடைந்துவிடக் கூடும். இவ்வகையில் சிறுகோள்கள் போன்ற கெட்டியான பொருள்கள் தோன்றியிருக்கலாம். இச்சிறுகோள்களில் சில கோள்களின் கருக்களாக அமைந்திருந்தன. இச்சிறு கோள்கள் விரைவில் பெரியவையாக மாறின. இவை ஒன்றோ டொன்று மோதி அழியாமல் இருந்தன. இவைகளைத் தவிர வெவ்வேறு அளவுள்ள பல பொருள்களும் இருந்தன. பெரிய பொருள்கள் மையத்தளத்தில் சுற்றிக்கொண்டிருந்தன. சிறியவை நீண்ட ஒழுங்கற்ற பாதைகளில் சென்று கொண்

டிருந்தன; இவற்றில் சில சூரியனுக்கு மிக அருகே வந்து ஆவியாக மாறிச் சூரியனோடு சேர்ந்துவிட்டன. கோள்களின் கருக்களான பெரிய பொருள்கள் அவைகளின் ஈர்ப்பு மண்டலத்தில் வந்த பொருள்களைக் கைப்பற்றின. இவை துணைக்கோள்களாயின. சிறுகோள்களும், வால்மீன்களும், எரிமீன்களும் கோள்கள் மற்றும் துணைக்கோள்கள் தோன்றிய பிறகு எஞ்சிய பொருள்களேயாகும். இவை அடிக்கடி ஒன்றோடொன்று மோதுவதால், அவைகளின் அளவு சிறியதாகவே இருக்கிறது. கோள்களுக்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவுகளையும் ஷ்மிட் விளக்கினார். இரசாயனச் சேர்க்கை வீதத்தில் (Chemical Composition) கோள்களுக்கு இடையேயுள்ள வேறுபாடுகளையும் அவர் விவரித்தார். தூசிப்பொருள்களாலான பெரும் தட்டு சூரிய ஒளியைப் புகவிடாமல் இருந்ததால், சூரியனுக்கு அருகேயுள்ள தட்டின் விளிம்பில் வெப்பநிலை 500°C ஆகவும், சூரியனிடமிருந்து போகப்போக வெப்பநிலை குறைந்து கொண்டும் இருந்தது. சூரியனுக்குத் தொலைவிலுள்ள தட்டின் விளிம்பில் வெப்பநிலை -270°C ஆக இருந்திருக்க வேண்டும். சூரியனுக்கு அருகிலுள்ள வெப்பமான இடத்தில் பாறைகளும் உலோகங்களும்தான் கெட்டியாகமுடியும். ஆகையால் சூரியனுக்கு அருகில் உள்ள நான்கு அதிக அடர்த்தியுள்ள கோள்களும்-புதன், வெள்ளி, புவி, செவ்வாய் - பாறைப் பொருள்களாலானவை. சூரியனுக்குத் தொலைவிலுள்ள, குளிர்ந்த பகுதியில் பெரிய கோள்கள் தோன்றின. அங்குள்ள குறைந்த வெப்பநிலையில் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள பொருள்களும் கெட்டியாகக் கூடும். ஆகையால் இக்கோள்களின் அடர்த்தி மிகக்குறைவு. பரந்த பெரிய நெபுலத்தின் வழியாகச் சூரியன் சென்றபோது அது வாயுக்களையும் தூசிகளையும் கொண்ட மேகத்தைக் கைப்பற்றியது என்று ஷ்மிட் கருதினார். அவ்வகையான நெபுலங்கள் அண்டவெளியில் இருக்கின்றன. அந்நெபுலங்களின் வழியாகப் புகுந்து நட்சத்திரங்கள் செல்வதும் அடிக்கடி ஏற்படுகிறது. இவ்வகையான நெபுலங்களின் வழியாகச் சூரியன் புகுந்து செல்ல ஆயிரக் கணக்கான ஆண்டுகள் ஆகும் என்று மதிப்பிடப்படுகிறது. ஆகையால் ஷ்மிட்டின் கொள்கைக்குப் பல ஆதாரங்கள் இருக்கின்றன. அப்படியிருந்தும் இக்கொள்கை ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் எல்லாக் கூறுகளையும் விளக்குவதில்லை. கோள்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிய பிரச்னைக்குச் சரியான விடை இன்னும் கிடைக்கவில்லை எனலாம். அண்மைக்காலங்களில் நடைபெற்றுவருகின்ற அண்டவெளி ஆராய்ச்சியின் பயனாகப் புதுமையான கருத்துக்கள் உருவாகக் கூடும்.

20. புவியின் தோன்மை

புவியின் வயதை மதிப்பிடுவது புவியின் தோற்றத்தைப் பற்றிய பிரச்னையோடு இணைந்ததேயாகும். புவியின் தோற்றத்தைப் பற்றிய பிரச்னைக்குச் சரியான விடை கண்டுபிடிக்க வில்லை யெனினும், புவியின் வயதை மதிப்பிடுவதில் பொதுவான கருத்து உருவாகி யிருக்கிறது. புவியின் வயதை மதிப்பிடப் பல முயற்சிகள் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. இம் முயற்சிகளை மூன்று பிரிவுகளாகக் கருதலாம். 1. பண்டைய சமய சம்பந்தமான ஊகங்கள், 2. பழைய விஞ்ஞான (Scientific) முறைகள். 3. தற்காலத்திய விஞ்ஞான முறைகள். இம்முயற்சிகளின் விமர்சனம், புவியைப் பற்றிய அறிவின் வளர்ச்சியை எடுத்துக் காட்டுகிறது,

இந்துமதத்தின் கொள்கையின் படி உலகத்திற்குத் தொடக்கமும், முடிவும் இல்லையெனலாம். காலத்தை வரையறுக்க முடியாது என்று கருதலாம். இதற்கு மாருக யூதர்களின் காலம் கணக்கிடும் முறையை (Chronology) ஆதாரமாகக் கொண்டு கிறிஸ்தவப் பிரதான குரு (Archbishop) உஷர் (Ussher) என்பவர் புவியானது கி. மு. 4004 ஆம் ஆண்டு சிருஷ்டிக்கப்பட்டது என்று கருதினர். அவருக்குப் பிறகு தோன்றிய சமயவாதிகள் கி. மு. 4004 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் மாதம் 23 ஆந் தேதி காலை 9மணிக்கு உலகம் சிருஷ்டிக்கப்பட்டது என்று கூறினர்கள். அவர்களின் கருத்தின் படி புவியின் வயது 6000 ஆண்டுகளுக்குக் குறைவானதேயாகும். கி. மு. 5 ஆம் நூற்ருண்டில் வாழ்ந்த பார்ஸி மத ஸ்தாபகரான ஜோராஸ்டர், புவியின் வயது சுமார் 12,000 ஆண்டுகளாக இருக்கலாம் என்ருர். கிறிஸ்து பிறப்பதற்குப் பல நூற்ருண்டுகள் முன்பு, சால்டியா நாட்டுப் (Chaldea) பாதிரிகள் புவியின் வயது இரண்டு மில்லியன் ஆண்டுகளாக இருக்கும் என்று நினைத்தார்கள்.

புவியின் வயதை விஞ்ஞான முறையில் கண்டுபிடிக்க முயற்சி செய்தவர் கெல்வின் (Kelvin) ஆவர். புவி மெதுவாகக்

குளிர்ச்சியடைகிறதென்றும், புவியின் பரப்பிலிருந்து வெப்பம் கதிர் வீசு முறையால் வெளியே செல்கிறது என்றும் அவர் கருதினர். அதிக வெப்பமான மையப்பகுதிக்கும், குளிர்ந்த மேற்பரப்பிற்கும் இடையே வெப்பநிலை மாறுபடும் வீதம் அதிகமாயிருக்கிறது. கதிர்வீசு முறையால் வெப்பம் புவியினின்று வெளிப்படுவதை ஈடுபடுத்தும் வகையில் புவியினுள் வெப்பம் உண்டாவதற்கு வழி இல்லை என்று அவர் நம்பினர். தொடக்கத்தில் புவி திரவநிலையில் இருந்ததாயும் இத்திரவநிலையிலிருந்து தற்போதைய நிலைக்குக் குளிர்ச்சி அடைய எவ்வளவு காலம் ஆகியிருக்கும் என்றும் கணக்கிட்டார். அவர் காலத்தில் கண்டறிந்த பாறைகளின் உருகுநிலை மற்றும் இதர பௌதிகக் கூறுகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு அவர் கணக்கிட்டார். கணக்கீட்டுக்குத் தேவையான திருத்தங்களைச் செய்த பிறகு புவியின் வயது 40 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று வெளியிட்டார்.

கடலில் உள்ள உப்பின் அளவைக்கொண்டு புவியின் வயதை ஜோலி (Joly) நிர்ணயித்தார். தொடக்கத்தில் கடல் நீர் சுத்தமாக இருந்ததென்றும், நிலத்திலுள்ள பாறைகளின் அரிப்பால் ஆற்று நீரில் உப்புக் கலந்து கடலையடைந்தது என்றும் அவர் நினைத்தார். கடலில் உள்ள உப்பின் அளவை, அதிலுள்ள ஸோடியத்தின் (Sodium) அளவைக் கொண்டு மதிப்பிட்டார். கடல் நீரின் இரசாயனச் சேர்க்கை வீதம் எல்லாவிடத்தும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கிறது. கடலில் உள்ள ஸோடியத்தின் மொத்த அளவு சுமார் 12,600 மில்லியன் டன்களாகும் என்றும், ஒவ்வொரு ஆண்டும் சுமார் 156 மில்லியன் டன்கள் கடலில் சேர்க்கப்படுகின்றன என்றும் மதிப்பிட்டார். ஒவ்வொரு ஆண்டும் கடலில் சேரும் உப்பின் அளவு ஒரே நிலையாக இருப்பதாக எடுத்துக் கொண்டால், கடலின் வயது சுமார் 81 மில்லியன் ஆண்டுகளாகும். இந்தக் கணக்கிடும் முறையில் பல குறைகள் இருப்பதால், வயதின் மதிப்பு மிகக் குறைவாகக் கிடைக்கிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் கடலில் வந்து சேரும் உப்பின அளவு முற்காலங்களில் ஒரே நிலையில் இருந்திருக்காது. கடலில் உள்ள மொத்த உப்பின் அளவை அவர் சரியாக மதிப்பிடவில்லை. ஏனெனில், கடலின் சிறுபகுதிகள் ஆவியாகி, அவைகளிலிருந்த உப்பு நிலத்தில் படிவுகளாகச் சில இடங்களில் இருக்கிறது. இந்தக் குறைகளைக் கண்டு அவற்றிற்கு வேண்டிய திருத்தங்களை மதிப்பிட்டுப் பார்த்தால் கடலின் வயது சுமார் 300 மில்லியன் ஆண்டுகள் எனத் தெரிகிறது. அண்மையில்

செய்த விரிவான ஆராய்ச்சியின் பயனால், கடலின் உப்பளவைச் சரியாகக் கண்டுபிடித்து, கடலின் வயது 1,500 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று மதிப்பிடப்பட்டது. புவிக்குக் கெட்டியான மேலோடு உண்டான பிறகு கடல் தோன்றியதால், புவியின் வயது 1,500 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு மேலானது.

கடலின் கீழ் வண்டல் படியும் வீதத்தைக் கொண்டு கெய்கி (Geikie) என்பவர் புவியின் வயதை மதிப்பிட்டார். ஆறுகள், பனியாறுகள், காற்று இவைகளால் கடலை வந்தடையும் வண்டலின் மொத்த அளவை மதிப்பிட்டார். அமேசான் (Amazon), மிஸிஸிப்பி (Mississipi), காங்கோ (Congo) போன்ற பெரிய ஆறுகள் கொண்டுசெல்லும் வண்டலின் அளவைச் சரியாக அளந்ததன் பயனாக மற்ற ஆறுகள் கொண்டுவரும் வண்டலையும் மதிப்பிட முடிந்தது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் சுமார் 6000 மில்லியன் டன்கள் கடலை வந்து அடைகின்றன என்று கணக்கிடப்பட்டது. இந்த வண்டல் பெரும்பாலும் ஆழமற்ற கண்டத்திட்டில் (Continental shelf) படிந்துவிடுகிறது. வண்டல் படியும் கடல் தரையின் பரப்பையும் கடல் தரையைக் காட்டும் மேப்புகளிலிருந்து மதிப்பிட முடியும். இந்த மொத்தப் பரப்பில் வண்டல் முழுதும் ஒரு சீராகப் படிந்தால், ஓர் ஆண்டில் படியும் வண்டலின் சராசரி பருமன் தெரியவரும். புவியின் வரலாற்றின் ஒவ்வொரு காலத்திலும் படிந்த படிவுப்பாறைகளின் மொத்தப் பருமனை மதிப்பிட முடியும். அவைகளிலுள்ள ஃபாஸில்களைக்கொண்டு, படிவுப்பாறைகளின் வயதை அறியலாம். ஒரே புவியமைப்புக் காலத்தில் உண்டான படிவுப்பாறைகள் ஒரே வகையான ஃபாஸில்களைக் கொண்டுள்ளன. ஒவ்வொரு புவியமைப்புக் காலத்திலும் படிவான படிவுப் பாறைகளின் உச்ச பருமனையும் சேர்த்து, புவியின் வரலாற்றில் தோன்றிய படிவுப்பாறைகளின் மொத்த பருமன் எவ்வளவு என்று அறியக்கூடும். இந்த படிவுப்பாறைகளின் மொத்தபருமன் சுமார் 1,20,000 மீ.களாகும். இந்த எண்ணிக்கையை, ஒவ்வொரு ஆண்டும் கடலில் படியும் வண்டலின் சராசரி பருமனைக்கொண்டு வகுத்தால், எவ்வளவு ஆண்டுகளுக்கு முன் படிவுப் பாறைகள் முதலில் தோன்றின என்பதை அறியலாம். இந்த முறையால் கணக்கிடப்பட்ட வயதின் மதிப்பீடு 28 மி. ஆண்டுகளிலிருந்து 700 மி. ஆண்டுகள் வரை வேறுபடுகிறது. ஒவ்வொரு ஆராய்ச்சியாளருக்கு ஒவ்வொரு விடை வருவதிலிருந்து இம்முறையின் குறைபாடுகள் தெரியவருகின்றன. புவிப்பரப்பிலுள்ள படிவுப்

பாறைகள் வெவ்வேறு காலங்களில் ஏற்பட்டவை. இப்படிவுப் பாறைகளில் சில அரிக்கப்பட்டுவிட்டிருக்கலாம். ஆகையால், படிவுப் பாறைகளின் மொத்த பருமன் எவ்வளவு என்று சரியாகக் கணக்கிட முடியாது. இம்முறையின் மற்ருெரு குறை கடந்த புவியமைப்புக் காலங்கள் எல்லாவற்றிலும், ஆண்டு தோறும் வண்டல் ஒரேயளவில் படிந்திருக்காது என்பதாகும். வண்டல் படியும் கண்டத்திட்டின் பரப்பின் அளவும் கடந்த புவியமைப்புக் காலங்களில் மாறியிருக்கிறது. ஆகையால், ஒவ்வொரு ஆண்டும் வண்டல் படியும் அளவும், அதன் பருமனும், கடந்த காலங்களில் மாறியிருந்திருக்கும்.

பாறைகளின் வயதைச் சரியாக மதிப்பிட 1896ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கதிரியக்கமுறை (Radio active process) உதவுகிறது. ஆக்டினியம் (Actinium), யுரேனியம் (Uranium), தோரியம் (Thorium) போன்ற சில இரசாயனத் தனிமங்கள் (Elements) தாமாகவே பிரிந்தழிந்து (Disintegrate) வேறு பொருள்களாக மாறுவது கதிரியக்கம் எனப்படும். இம்மாறுதலின்போது அதிக அளவில் ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இத்தனிமங்கள் உறுதி நிலையில் இருப்பதில்லை. அவை பல பொருள்களாக மாறி, இறுதியில் உறுதிநிலையிலுள்ள ஈயமாகவும் (Lead) ஹீலியமாகவும் தோன்றுகின்றன. உதாரணமாக, ஒரு யுரேனியம் அணு, ஒரு ரேடியம் அணுவாகவும், மூன்று ஹீலியம் அணுக்களாகவும் மாறுகிறது. ஒரு ரேடியம் அணு, ஓர் அணு ஈயமாகவும், ஐந்து ஹீலியம் அணுக்களாகவும் பிரிந்து விடுகிறது. இவ்வாறு ஒரு யுரேனியம் அணு ஓர் ஈய அணுவாகவும் எட்டு ஹீலிய அணுக்களாகவும் பிரிந்துவிடுகிறது. ஒரு தோரியம் அணு, ஒரு ஈய அணுவாகவும், ஆறு ஹீலிய அணுக்களாகவும் மாறிவிடுகிறது. இவ்வாறு இத்தனிமங்கள், பிரிந்து அழியும் வீதம் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு கிராம் யுரேனியத்திலிருந்து ஒரு கிராம் ஈயம் உண்டாவதற்கு 7,400 மி. ஆண்டுகள் ஆகின்றனவென்றும், ஒரு கிராம் தோரியத்திலிருந்து ஒரு கிராம் ஈயம் தோன்றுவதற்கு 19,500 மி. ஆண்டுகள் ஆகின்றனவென்றும் மதிப்பிட்டிருக்கிருர்கள். கதிரியக்கமுள்ள தனிமங்களிலிருந்து உண்டாகும் ஈயம், வேறுவகையில் உண்டான ஈயத்தினின்றும், அணுவின் நிறையில் வேறுபடுகிறது. ஆகையால் கதிரியக்க முறையில் உண்டான ஈயத்தை வேறுவகையில் உண்டான ஈயத்திலிருந்து பிரித்து அதன் அளவைக் கணக்கிட முடியும். பாறைத் துண்டுகளை இரசாயன முறையில் பகுத்துப் பார்த்தால், அப்பாறைகளிலிருக்கும் கதிரியக்கத் தனிமங்களின்

அளவும் கதிரியக்கத்தினுல் உண்டான ஹீலியம், ஈயம் இவைகளின் அளவும் தெரியவரும். பாறையின் வயதை அதிலுள்ள ஈயத்திலிருந்தும், ஹீலியத்திலிருந்தும் கண்டு பிடிக்கலாம்.

பாறைத்துண்டிலுள்ள யுரேனியத்தின் நிறையையும், ஈயத்தின் நிறையையும் சரியாக அளக்கவேண்டும். ஒரு கிராம் யுரேனியமும், X கிராம் ஈயமும் இருந்தால், அப் பாறைத்துண்டின் வயது 7,400 X மில்லியன் ஆண்டு களாகும். ஈயத்தின் நிறையை அளக்கும்போது, கதிரியக்க முறையில் தோன்றிய ஈயத்தை மாத்திரம் பிரித்து எடை போடவேண்டும். பாறைத்துண்டில் தோரியமும் இருந் தால், பாறையின் வயதை இச்சூத்திரத்திலிருந்து கணக் கிடலாம்.

$$\text{வயது.} = \frac{Pb}{u + 0{\cdot}38\ Th} \times 7{,}400 \text{ மில்லியன்}$$

ஆண்டுகள். இச்சூத்திரத்தில், Pb - ஈயத்தின் நிறையையும் U யுரேனியத்தின் நிறையையும், Th தோரியத்தின் நிறையை யும் குறிக்கும்.

பாறையிலுள்ள யுரேனியம், மற்றும் ஹீலியம் இவை களின் அளவைக் கொண்டும் அதன் வயது கணக்கிடப்படு கிறது. பாறை தோன்றும்போது ஹீலியம் இருக்கவில்லை யென்றும் கதிரியக்கத்தினுல் உண்டான ஹீலியம் முழுவதும் பாறையிலேயே இருக்கிறது என்றும் கருதி, இம்முறையால் வயதைக் கணக்கிடலாம். ஆனுல், ஹீலியம் வாயு பாறையி லுள்ள வெடிப்புகள் வழியாக வெளிப்பட்டுவிடக்கூடும். பேசால்டு போன்ற பாறைகள் கதிரியக்க முறையில் ஏற் படும் ஹீலியத்தை அடக்கி வைத்துக்கொள்ளும் திறனுடை யவை.

இவ்விரு முறைகளாலும் பாறைகளின் வயதுகளைக் கண் டறிந்திருக்கிருர்கள். இதுவரை பகுத்தறியப்பட்ட மிகப் பழைய பாறைத்துண்டின் வயது சுமார் 1,750 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகும். புவியின் மேலோடு கெட்டியான பிறகு பாறைகள் தோன்றின. ஆகையால் புவியின் வயது சுமார் 2,500 முதல் 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகளாக இருக்கலாம். புவியின் உச்ச வயதைக் கணக்கிடக் கதிரியக்க முறையை ரஸ்ஸல் (Russel) உபயோகித்தார். பல் ஆயிரக்கணக்கான

பாறைத்துண்டுகளின் இரசாயனப் பகுத்தலிலிருந்து புவியோட்டில் இருக்கும் யுரேனியம், தோரியம், ஈயம் இவற்றின் அளவுகளை மதிப்பிட்டார். பொதுவாக, 1 மில்லியன் கிராம் எடையுள்ள பாறையில், 7½ கிராம் ஈயமும், 6 கிராம் யுரேனியமும், 15கிராம் தோரியமும் இருக்கின்றன என்று கணக்கிட்டார். புவியோட்டிலுள்ள ஈயம் முழுதும் கதிரியக்க முறையில் தோன்றியிருந்தால், புவியோட்டின் வயது சுமார் 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகள் எனலாம். ஆனால், புவியோட்டில் உள்ள ஈயம் முழுவதும் கதிரியக்க முறையில் தோன்றியிருக்காது. எனவே, புவியோட்டின் வயது 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகளை விடக் குறைவாகவே இருக்கும் என்றூர். புவியின் மேல் விழும் விண்கற் (Meteorite) களின் வயதையும் கதிரியக்க முறையில் கணக்கிடலாம். விண்கற்களில் மிகப்பழைய கல்லுடைய வயது சுமார் 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று தெரிகிறது.

வானவியல் (Astronomical) முறைகளாலும், புவியின் வயதும் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் (Solar system) வயதும் கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றன. புதனுடைய பாதையின் ஒழுங்கீனத்திலிருந்து (Eccentricity) ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் வயதை ஜெஃப்ரீஸ் (Jeffreys) மதிப்பிட்டார். கோள்கள் முதலில் தோன்றியபோது அவைகளின் பாதை மிகவும் நீண்ட வட்டமாயிருக்கும். கோள்களுக்கு இடையேயுள்ள வாயுக்களின் மண்டலத்தினுல், கோள்களின் அசைவு தடைப்பட்டிருக்கக்கூடும். இதனுல் கோள்களின் பாதையிலுள்ள ஒழுங்கீனங்கள் குறைந்து, ஏறக்குறைய வட்டமானதாய் அமைந்துள்ளன. முதலிலிருந்த பாதைகளின் ஒழுங்கீனங்களை நீக்கி, தற்போதுள்ள பாதைகள் ஏற்படுவதற்கு எவ்வளவு காலம் ஆகியிருக்கும் என்று மதிப்பிட்டார். ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் வயது சுமார் 2,500 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று கூறினூர்.

திங்களின் ஈர்ப்பு விசையால் கடலில் ஓதம் (Tides) ஏற்படுகிறது. இதன் பயன் புவியின் சுழற்சியின் வேகத்தைக் குறைக்கிறது. புவியின் சுழற்சி மெதுவாக நிகழ்ந்தால், ஒரு சுழற்சிக்கு வேண்டிய காலம் அதிகரிக்கிறது. ஒரு நாளுக்குரிய நேரம் 120,000 ஆண்டுகளுக்கு 1 வினுடியாக அதிகரிக்கிறது. புவியின் சுழற்சி மெதுவாக நிகழ்வதால், திங்கள் புவியிலிருந்து படிப்படியாகப் பின்னடைகிறது. புவிக்கும் திங்களுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் ஒரு நூற்றுண்டுக்கு

2 மீ. கள் வீதம் அதிகரிக்கிறது. கடந்த புவியமைப்புக் காலங்களில் புவிக்கும் திங்களுக்கும் இடையேயிருந்த தூரத்தையும், புவியின் சுழற்சி வேகத்தையும் மதிப்பிட முடியும். அக்காலங்களில் புவியின் சுழற்சி வேகமாகவும், புவிக்கும் திங்களுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் குறைந்தும் இருந்திருக்க வேண்டும். இப்படிக் கணக்கிட்டுப் பார்த்ததில், திங்களின் மையம் சுமார் 4,000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, புவியின் மையத்திலிருந்து 12,800 கி. மீ. க்கு அப்பால் இருந்திருக்கும் என்று தெரியவந்தது. இதிலிருந்து, சுமார் 4,000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் திங்கள் புவியிலிருந்து பிரிந்து ஒரு துணைக் கோளாகத் தோன்றியது என்று கூறலாம்.

சுழலும் நட்சத்திர மண்டலங்கள் (Galaxies) அவைகளின் கரு (Nucleus) ப்பகுதியின் 10 முதல் 15 சுழற்சிகள் வரைதான் அவை நீடித்து இருக்கும் என்று வானநூல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகிறார்கள். இம்மண்டலங்களின் கருப்பகுதி ஒரு தடவை சுழலுவதற்கு 200 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகும். ஆகையால் நட்சத்திர மண்டலங்களின் வயது சுமார் 2000 மில்லியன் முதல் 3000 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை இருக்கக் கூடும். நட்சத்திரக்கூட்டங்களின் (Star Clusters) படிப்படியாக அழியும் வீதத்தைச் சந்திரசேகர் (Chandrasekhar) கணக்கிட்டார். நட்சத்திரக் கூட்டங்களின் சராசரி வயது சுமார் 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகளேயாகும் என்று விளக்கினார். பிரபஞ்சம் (Universe) விரிவடையும் வீதத்தைக் கொண்டும் ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் வயதை அறியலாம். பிரபஞ்சத்தில் பல நட்சத்திர மண்டலங்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு நட்சத்திர மண்டலத்திலும் பல மில்லியன் நட்சத்திரங்கள் இருக்கின்றன. நட்சத்திர மண்டலங்கள் ஒவ்வொன்றும் மற்றவைகளிலிருந்து பின்னடைந்து (Recession) கொண்டேயிருக்கின்றன. நட்சத்திர மண்டலங்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் அதிகரித்துக் கொண்டேயிருக்கிறது. பிரபஞ்சம் விரிவடைந்து கொண்டிருக்கிறது எனலாம். பிரபஞ்சம் விரிவடையும் வீதம் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. இதிலிருந்து, முற்காலங்களில் நட்சத்திர மண்டலங்கள் இருந்த இடங்களையும் அவைகளுக்கு இடையேயிருந்த தூரங்களையும் கணக்கிட முடியும். சுமார் 1,300 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் பிரபஞ்சத்தின் பரப்பு (Extent) தற்போதைய பரப்பில் பாதியளவாக இருந்தது என்று கூறுகிறார்கள். சுமார் 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன், பிரபஞ்சம் இன்னும் சுருங்கிய அளவில் இருந்திருக்கும். பிரபஞ்சத்திலுள்ள பொருள் யாவும் ஒரு சிறிய கன

அளவுடைய இடத்தில் அதிகச் செறிவுடன் (Concentration) தொடக்கத்தில் இருந்து, பிறகு விரிவடைந்திருக்கலாம். இவ்வகையில் பிரபஞ்சத்திலுள்ள எல்லாப் பொருள்களும், ஒரு சிறிய இடத்தில் இருந்த நிலை சில ஆயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னிருந்திருக்கவேண்டும். பிரபஞ்சம் விரிவடைவதைப் பற்றிய கருத்திலிருந்து, ஞாயிறும் மற்ற நட்சத்திரங்களும், புவியும் மற்ற கோள்களும், ஒரு சில ஆயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றியவை என்று அறியலாம்.

புவியின் வயதை நிர்ணயிக்கும் பல முறைகளிலிருந்து, புவியின் வயது 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குக் குறையாமலும், 5,000 முதல் 6,000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குக் குறைந்தும் இருக்கக்கூடும் என்று கருதலாம். இந்நீண்ட வயதில், கடந்த சுமார் 500மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குத்தான் புவியமைப்பின் வரலாறு பல சான்றுகளிலிருந்து விளங்குகிறது. இதற்கு முன்னிருந்த காலத்தின் வரலாற்றைப் பாறைகளிலுள்ள ஃபாஸில்களிலிருந்து அறிய முடியாது. இப்பழைய காலத்தில் தோன்றிய பாறைகளில் ஃபாஸில்களேயில்லை. இக்காலத்தை ஆர்க்கேயன் (Archaean) அல்லது கேம்பிரியனுக்கு முற்பட்ட (Pre-Cambrian) காலம் எனலாம். கடந்த 500 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கான புவியமைப்பு வரலாறு பாறைகளிலுள்ள ஃபாஸில்களிலிருந்து தெரியவருகிறது. இதைப் பல காலங்களாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு காலத்துக்குரிய ஃபாஸில்களின் கூறுகளேயும் வகைப்படுத்தியுள்ளார்கள்.

புவியின் வரலாறு - புவியமைப்புக் காலங்கள்
(Geological Periods)

யுகம் (Era)	காலம் (Period)	வயது-மில்லியன் ஆண்டுகளில்	உயிரினங்களின் வகைகள்
நான்காவது யுகம் (Quarternar Era)	சமீப காலம் (Recent) பிளேயிஸ்டோஸீன் (Pleistocene)	0· 01 1	மனித வரலாற்றுக் காலம். மனிதன் தோன்றினன். தற்போதுள்ள உயிரினங்கள் வளர்ச்சியடைந்தன.
மூன்றாவது யுகம் (Trtiary Era)	பிளேயோஸீன் (Pliocene) மையோஸீன் (Miocene) ஓலிகோஸீன் (Oligocene) இயோஸீன் (Eocene)	12 25 40 60	முலையூட்டும் பிராணிகள் தோன்றிப் பெரியவையாக வளர்ச்சியடைந்தன. பூக்கும் செடிகளும் மரங்களும் தோன்றின.
இரண்டாவது யுகம் (Secondary Era)	க்ரெடேஷியஸ் (Gretaceous) ஜுராஸிக் (Jurassic) ட்ரையாஸிக் (Triassic)	130 155 185	ஊர்வன தோன்றி வெவ்வேறு வகைகளாகவும் மிகப் பெரியவையாகவும் வளர்ந்தன. நிலத்தில் ஊசி இலை மரங்களும் சிறிய செடிகளும் தோன்றின.
முதல் யுகம் (Primary Era)	பெர்மியன் (Permian) கார்பானிஃபெரஸ் (Carboniferous) டெவோனியன் (Devonian) ஸைலூரியன் (Silurian) ஆர்டோவிஷியன் (Ordovician) கேம்ப்ரியன் (Cambrian)	220 280 325 360 420 520	நீரிலும் நிலத்திலும் வாழும் பிராணிகள் தோன்றின. பூக்காத செடிகளும் பாசி வகைகளும் வளர்ச்சி அடைந்தன. மீன்கள் பலவகைகளாகவும் மிகப் பெரியவையாகவும் இருந்தன. தடித்த மேலோடுள்ள பிராணிகள் நீரில் தோன்றின. கடல் பஞ்சு கடற்பாசி புழுக்கள் முதலிய முதுகெலும்பில்லாத உயிரினங்கள் இருந்தன. நிலத்தில் பிராணிகள் இல்லை. செடிகளும் அரிய.
	கேம்ப்ரியன் காலத்திற்கு முன் (Pre-cambrian)	சுமார் 2500 மில்லியன் ஆண்டுகள்	பாறைகளில் உயிரினங்களின் ஃபாஸில்கள் கிடையா. எலும்புகளும் மேலோடுகளும் இல்லாத உயிரினங்களும் இருந்திருக்கலாம்.

21. புவியின் உள் அமைப்பு

புவிப்பரப்பில் உருவாகும் நிலைத்தோற்றங்கள் புவியின் வெளியே செயல்படும் செய்முறைகளால் மட்டுமன்றி, புவியின் உள்ளே இயங்கும் செய்முறைகளாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. நிலத்தின் உயர்தல் அல்லது தாழ்தல், எரிமலைகள் ஏற்படுதல், புவியதிர்ச்சிகள், மலைகளின் உற்பத்தி முதலியவை புவியின் உள்ளே இயங்கும் விசைகளால்தான் ஏற்படுகின்றன. இப்படியிருக்க, புவியின் உள் அமைப்பைப் பற்றிய விவரங்கள் சரியாக நமக்குத் தெரியா. புவிப்பரப்புக்குக் கீழே சில கி. மீ. கள் வரைதான் சிலவிடங்களில் தோண்டியுள்ளார்கள். மற்ற பகுதிகளைக் குறித்து விஞ்ஞான முறையில் ஊகிக்கத்தான் முடியும். இவ்வூகங்களிலும் வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்கள் வெவ்வேறு கருத்துக்களை வெளியிட்டுள்ளார்கள். புவியின் உள் அமைப்பைப்பற்றிப் புவியதிர்ச்சிகளின் அலைகளைப்பற்றிய ஆராய்ச்சியிலிருந்து அறிய முடிகிறது.

புவிப்பரப்பிலுள்ள பாறை வகைகளைப் பற்றியும், அவைகளின் கூறுகளைப்பற்றியும் நமக்கு நன்ருகத் தெரியும். இப்பாறைகள் புவியின் மெல்லிய மேலோடாக அமைந்துள்ளன. இப்பாறைகளின் சராசரி அடர்த்தி 3க்கும் குறைவானது. அதாவது, இப்பாறைகள் தண்ணீரைப்போல் சுமார் மூன்று மடங்கு கனமானவை. படிவுப்பாறைகளின் அடர்த்தி படிகங்களாலான பாறைகளின் அடர்த்தியைக் காட்டிலும் குறைவாயுள்ளது. புவியின் மொத்த நிறையையும் அதன் கன அளவையும் மதிப்பிட்டு, புவியின் சராசரி அடர்த்தி 5·5 என்று அறியலாம். புவியின் மேலோட்டின் அடர்த்தி, புவியின் சராசரி அடர்த்தியைவிடக் குறைவாயுள்ளதால், புவியின் உட்பகுதி சராசரி அடர்த்தியைவிட அதிகமாயிருக்க வேண்டும். உட்பகுதியின் அடர்த்தி சுமார் 7 முதல் 8 ஆக இருக்கக்கூடும் என்று ஊகிக்கலாம். புவியின் உள்ளே அழுத்தம் புவிப்பரப்பைவிட அதிகமாயிருக்கிறது. இதனுல்தான்

அடர்த்தியும் அதிகமாயுள்ளது என்று நினைக்கலாம். ஆனால், பாறை போன்ற பொருள் அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படும் போது, அதன் அடர்த்தி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் உயர்வதில்லை. ஆகையால், புவியின் உள்ளே புவிப்பரப்பி லுள்ளதைப்போலப் பாறைகள் இருக்க முடியாது. அடர்த்தி யின் வித்தியாசத்தை அழுத்தத்தின் வித்தியாசத்தால் மட்டும் விளக்கமுடியாது. புவியின் உள்ளே பாறையைவிடக் கனமான பொருள் இருக்கவேண்டும். இப்பொருள் உலோகங்களாக இருக்கக்கூடும். ஏனெனில், உலோகங்களின் அடர்த்தி அதிக மாய் உள்ளது. புவியின் உறுதித்தன்மை (Rigidity) எஃகின் உறுதித்தன்மையைப்போல இருக்கிறது. மேலும், புவியின் காந்தத்தன்மையிலிருந்து உள்ளே இரும்பும் நிக்கலும் இருக் கக்கூடும் என்று தெரிகிறது. புவியின் மேலோடு இலேசான பொருள்களாலானதால், அப்பொருள்கள் புவி திரவ நிலையில் இருந்தபோது, கனமான பொருள்களிலிருந்து பிரிந்து மேலே வெளிப்பட்டு, மெல்லிய அடுக்காக் மாறியிருக்கலாம்.

புவியின் உள் அமைப்பைப்பற்றிச் சூயஸ் (Suess) என்பவர் இந்த நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் விளக்கினார். அவர் புவி யில் மூன்று அடுக்குகள் உள்ளன என்றார். புவிப்பரப்பில் தோன்றும் அடுக்கை ஸியால் (Sial) அடுக்கு என்று பெய ரிட்டார். இந்த அடுக்கில் ஸிலிகாவும் அலுமினியமும் மிகுதி யாகவுள்ள கிரானைட் போன்ற பாறைகள் உள்ளன. இப் பாறைகள் கண்டங்களின் பரப்பில் சிலவிடங்களில் தோன்று கின்றன. மற்றவிடங்களில் மெல்லிய படிவுப்பாறை அடுக்கு கள் ஸியால் அடுக்கை மூடியுள்ளன. கண்டங்கள் ஸியால் அடுக்காலானவை என்று அவர் கருதினார். ஸியால் அடுக்கி லுள்ள பாறைகளின் அடர்த்தி 2·75 முதல் 2·90 வரை வேறு படுகிறது. ஸியால் அடுக்குக்குக் கீழே ஸிமா (Sima) அடுக்கு இருக்கிறது. இந்த அடுக்கில், மேக்னீஸியம், கேல்ஸியம் மற்றும் அயம் போன்ற கனமான பொருள்களின் ஸிலிகேட்டு கள் உள்ளதால், இதன் அடர்த்தி, 2·90 முதல் 4·75 வரை வேறுபடுகிறது. இந்த அடுக்கிலுள்ள பாறைகள் பேசால்ட் (Basalt), கேப்ரோ (Gabbro) போன்றவை. ஸிமா அடுக்கு ஸியால் அடுக்கைவிடத் தடிப்பானது. இந்த அடுக்கின் மேற் பரப்பு, கடல் தரையில் வெளிப்படுகிறது. ஸிமா அடுக்குக்குக் கீழேயுள்ள மையப்பகுதி (Core) நைஃப் (Nife) எனப்படும். இதில் நிக்கலும் அயமும் அதிக அளவில் உள்ளன. இப் பகுதியின் அடர்த்தி சுமார் 11 ஆகும். புவியின் உள்ளே ஒரே மையமுள்ள அடுக்குகள் இருப்பதாகவும், இவ்வடுக்குகளின்

அடர்த்தி கீழே போகப்போக அதிகரிக்கிறது என்றும் சூயஸ் கருதினர். மேலேயுள்ள அடுக்கு, அதற்குக் கீழேயுள்ள அடுக்கின் மேல் மிதக்கிறது என்ருர்.

புவியினுள்ளே உள்ள பொருள்களின் பௌதிக நிலையைப் (Physical state) பற்றியும் சில கருத்துகள் முன்பு கூறப்பட்டன. புவியின் உள்ளே செல்லச் செல்ல வெப்பம் அதிகரிக்கிறது. வெப்பம் அதிகரிக்கும் வீதம் பாறைகளுக்கு ஏற்ப 32 மீட்டர் ஆழத்திற்கு 1°C யிலிருந்து 60 மீட்டருக்கு 1°C வரை வேறுபடுகிறது. இதிலிருந்தும், எரிமலைகளில் பாறைக்குழம்பும், வெப்பமான வாயுக்களும் வெளிப்படுவதிலிருந்தும், புவியோட்டுக்குக் கீழேயுள்ள அடுக்குத் திரவ நிலையிலுள்ளது என்று கூறினர்கள். புவியின் மையப்பகுதி வாயுக்களாலானது என்றும் சிலர் நம்பியிருந்தார்கள். ஆனல் புவியின் உள்ளே போகப்போக வெப்ப நிலை உயர்வதோடு, அழுத்தமும் அதிகரிக்கிறது. அதிக அழுத்தமும் அதிக வெப்பமும் உள்ள மையப்பகுதியின் நிலையை ஆய்வுக் கூடத்தில் கண்டறிய முடியாது. ஆகையால் அங்குப் பொருள் எந்த நிலையில் உள்ளது என்று மற்ற கூறுகளைக் கொண்டுதான் ஊகிக்க முடியும். இந்த நூற்ருண்டின் தொடக்கத்தில் புவியின் உள்ளமைப்புப்பற்றி இவ்வளவுதான் தெரிந்திருந்தது. கடந்த சுமார் 50 ஆண்டுகளில் புவியதிர்ச்சியின் தன்மைகளை ஆராய்ந்ததன் பயனுகப் புவியின் உள்ளமைப்பைப் பற்றிப் பல உண்மைகள் தெரிய வந்தன.

புவி யதிர்ச்சி

புவியின் மேலோட்டில் ஏதேனும் சிறிதளவு அசைவு ஏற்பட்டால் புவியின் மேலோடு முழுவதும் அதிர்ச்சியடைகின்றது. எரிமலை கக்குதலின் போதும் புவியதிர்ச்சி ஏற்படுகிறது. பெரும்பாலான புவியதிர்ச்சிகள் பிளவுகளிலும், வெடிப்புகளிலும், இணைப்புகளிலும் புவி அசைவு ஏற்படுவதால் உண்டாகின்றன. புவியதிர்ச்சி அலைகள் (Earthquake-waves) தொடங்கும் இடத்தைப் புவியதிர்ச்சிக்குவியம் (Seismic focus) எனலாம். பொதுவாகப் புவியதிர்ச்சிக் குவியங்கள் பரப்பிலிருந்து 8 கிலோமீட்டர் ஆழத்திற்குள் இருக்கின்றன. புவியதிர்ச்சிகளை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.
1 இயல்பான (Normal) புவியதிர்ச்சிகள் - புவியதிர்ச்சிக் குவியத்தின் ஆழம் 70 கிலோமீட்டருக்குள் இருப்பவை.
2 இடையான (Intermediate) புவியதிர்ச்சிகள் - புவியதிர்ச்சிக் குவியத்தின் ஆழம் 70 முதல் 300 கிலோ மீட்டர் வரை

இருக்கும். 3 ஆழமான குவியமுள்ள (Deep focus) புவியதிர்ச்சிகள் - புவியதிர்ச்சிக் குவியத்தின் ஆழம் 300 முதல் 700 கிலோமீட்டர்வரை இருக்கும். புவியதிர்ச்சிக் குவியத்திற்குச் செங்குத்தாகப் புவிப்பரப்பிலுள்ள இடத்தை மேல்மையம் (Epicentre) எனலாம். புவியதிர்ச்சிக் குவியத்திலிருந்து அதிர்ச்சி அலைகள் புவி முழுவதும் பரவுகின்றன. இந்த அலைகளின் செயலால்தான் புவிப்பரப்பில் சேதம் ஏற்படுகிறது.

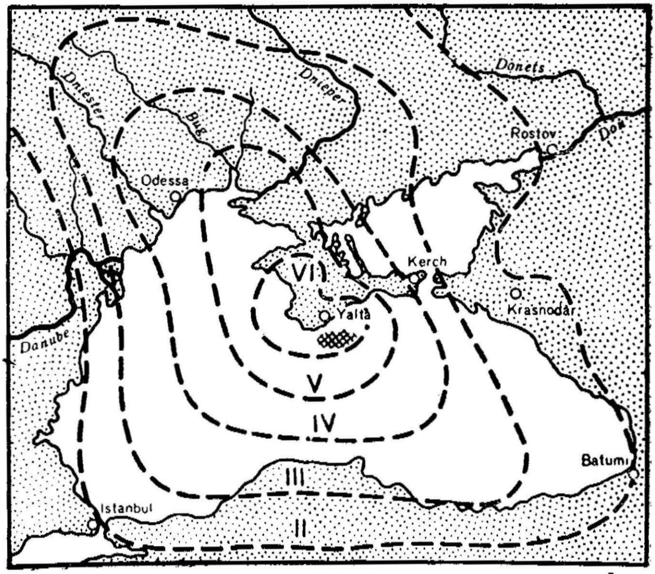
புவியதிர்ச்சி அலைகள் பாயும்போது, புவிப்பரப்பில் பல மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. புவியதிர்ச்சி அலைகளின் உயரம் சுமார் 30 செ. மீ. இருக்கும். அலையின் நீளம் 9 மீ.இருக்கும். இவ்வலைகள் விரைவில் பாய்வதால், புவிப்பரப்பு மேலும் கீழும் அசைகிறது. புவிப்பரப்பில் சில விடங்கள் அமிழ்ந்து விடக்கூடும்; மற்றுஞ் சில உயர்த்தப்பட்டுவிடும். நிலத்தில் ஆழமான வெடிப்புகளும் உண்டாகின்றன. சில பகுதிகள் கிடையாகவும் நகர்ந்துவிடும். அடுத்தடுத்த மேல் கீழ் அசைவுகளால் வீடுகளும், அணைகளும், பாலங்களும் பிளவுபட்டு உடைந்து விடுகின்றன. ஆறுகளின் போக்கும் மாறிவிடக் கூடும். கடலில் மிகப்பெரிய அலைகள் தோன்றிக் கடற்கரையில் சேதம் உண்டாகும். மலைச் சரிவுகளில் நிலச்சரிவுகளும் ஏற்படுகின்றன. வீடுகள் இடிந்து விடுவதாலும், பெரிய அலைகளாலும், ஆற்றுப் பாதைகள் மாறிவிடும் போது வெள்ளத்தாலும், மக்களுக்கும், பொருளுக்கும் பலத்த சேதம் ஏற்படலாம்.

புவியதிர்ச்சியால் ஏற்படும் விளைவுகளைக் கொண்டு அவைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தியுள்ளார்கள்.

அலைகளின் செறிவு		விளைவுகள்
I	10	புவியதிர்ச்சி பதி கருவிகளிலிருந்து மட்டும் அறியக்கூடியவை.
II	10-24	சிலரால்தான் கவனிக்கக்கூடியவை.
III	25-49	ஓரிடத்தில் உட்கார்ந்துள்ளவர்களால் கவனிக்கப்படும்.
IV	50-99	மக்கள் நகர்ந்து செல்லும்போதும் கவனிக்கப்படும்.
V	100-249	தூங்கும் மக்கள் எழுந்துவிடுவார்கள் - தொங்கும் மணிகள் அடிக்கின்றன.
VI	250-499	சிறிதளவு சேதம் ஏற்படுகிறது.

VII	500-999	சுவர்கள் பிளவு பெறுகின்றன.
VIII	1000-2499	புகைபோக்கிகள் உடைந்து விடுகின்றன.
IX	2500-4999	வீடுகள் அழிந்துவிடுகின்றன.
X	5000-7499	பல கட்டடங்கள் விழுந்து விடுகின்றன.
XI	7500-9799	எல்லாக் கட்டடங்களும் பாழடைகின்றன.
XII	9800க்குமேல்	முழுச்சேதம் - நிலத்தில் வெடிப்பு உண்டாகிறது.

ஓரிடத்தில் அலைகளின் செறிவு, புவியதிர்ச்சியின் மேல் மையத்திலிருந்து அவ்விடத்தின் தூரத்தின் தற்பெருக்கத்திற்கு (Square of the distance) எதிர்மறையாக இருக்கும். புவியதிர்ச்சியின் செறிவு ஒரேயளவாகவுள்ள இடங்களை

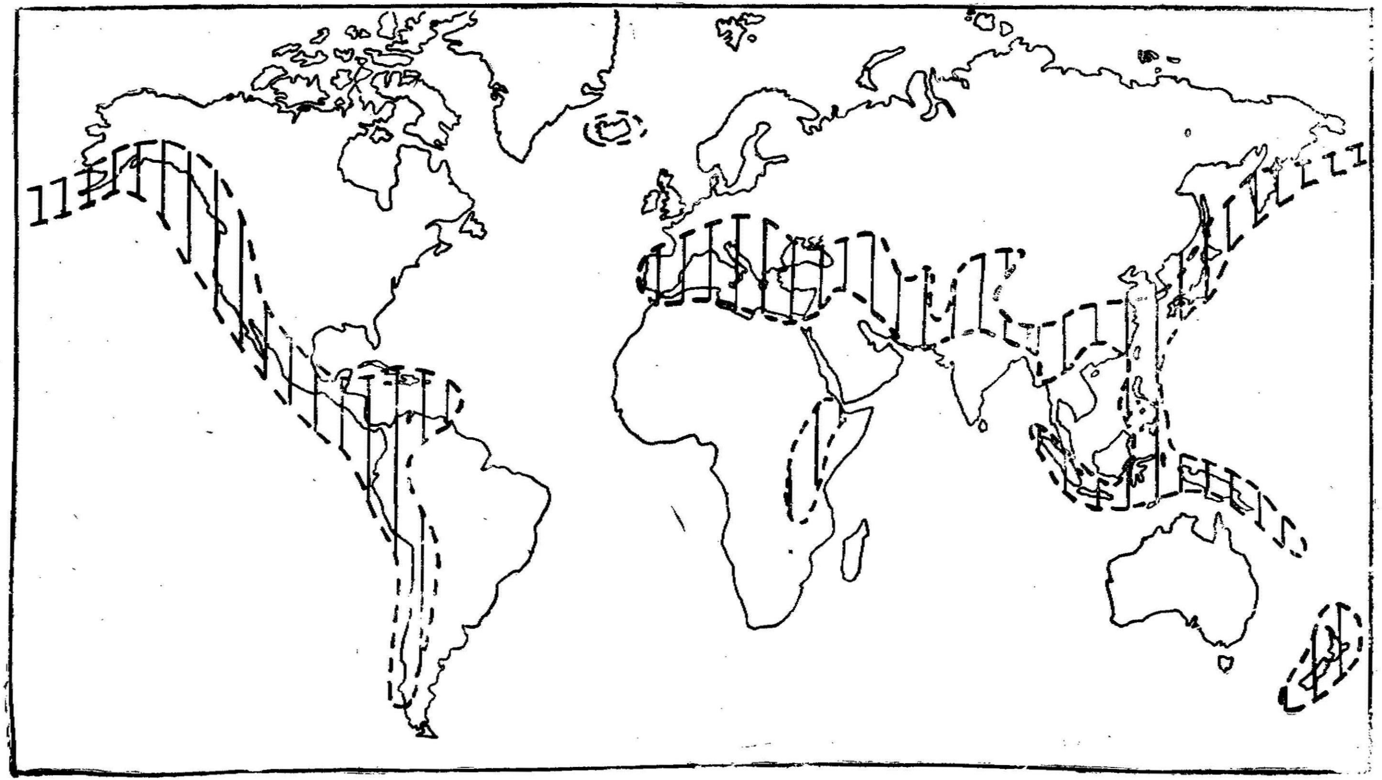


படம்—109. கருங்கடலில் யால்டாவுக்கு அருகே 1927 - ஆம் ஆண்டு ஏற்பட்ட புவியதிர்ச்சிகளின் விளைவைக் காட்டும் சமபுவியதிர்ச்சிக் கோட்டுப் படம். எண்கள் புவியதிர்ச்சி அலைகளின் செறிவைக் குறிப்பிடுகின்றன.

இணைக்கும் கோடு சமபுவியதிர்ச்சிக்கோடு (Isoseismal line) எனப்படும். இக்கோடுகளிலிருந்து புவியதிர்ச்சியால் ஏற்படும் விளைவுகளின் பரவலைப்பற்றி அறியலாம்.

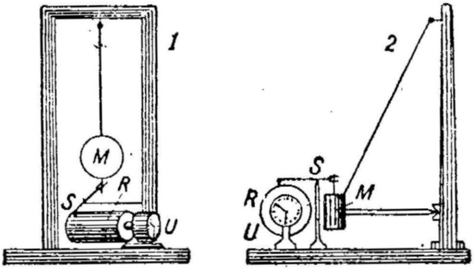
புவியதிர்ச்சிகளின் மேல்மையங்களின் பரவல் புவியின் மேலோடு உறுதியில்லாத பிரதேசங்களில் அடர்த்தியாயிருக்கிறது. பெரும்பாலான அதிகச் செறிவுடைய புவியதிர்ச்சிகள் இரண்டு மண்டலங்களில் தோன்றுகின்றன. 1. பசிபிக் பெருங்கடலைச் சுற்றியுள்ள மண்டலம் (Circum Pacific belt) 2. மத்தியதரை (Mediterranean belt) மண்டலம். பசிபிக் சமுத்திரத்தைச் சுற்றியுள்ள மண்டலம். ஆண்டீஸ், ராக்கீஸ் மலைத்தொடர்களையும், அலூஷியன் தீவுகளையும், கிழக்கு ஆசியாவின் தீவுத்தோரணங்களையும், (Islandfestoons) நியூஜிலந்து தீவுகளையும் கொண்டது. மொத்த புவியதிர்ச்சிகளில் 68% இம் மண்டலத்தில் ஏற்படுகிறது. மத்தியதரை மண்டலத்தில் மேற்கு இந்தியத் தீவுகளும், தெற்கு ஐரோப்பாவிலுள்ள ஆல்ப்ஸ் முதலிய மலைத்தொடர்களும், ஆசியாவில் துருக்கியிலிருந்து கிழக்கு இந்தியத் தீவுகள்வரையுள்ள மலைத்தொடர்களும் அடங்கியுள்ளன. இவ்விரண்டு மண்டலங்களும் அண்மையில் தோன்றிய மடிப்பு மலைகளாலானவை. இப்பிரதேசங்களில் புவியோடு உறுதியில்லாத நிலையில் இருக்கிறது. ஜப்பானிலும், பிலிப்பைன்ஸ் (Philippines) தீவுகளிலும், உயர்ந்த மலைத்தொடர்களையடுத்துக் கடல்தரையில் மிகவும் ஆழமான அகழி (Trench) உள்ளதால், புவியதிர்ச்சிகள் அடிக்கடி ஏற்படுகின்றன. இவ்வதிர்ச்சிகளின் செறிவும் அதிகமாயிருக்கிறது. தீவுத் தோரணங்களின் வெளி விளிம்புகளில் (Outer margins) புவியதிர்ச்சிகள் உண்டாகின்றன; உள் விளிம்புகளில் (Inner margins) எரிமலைகள் உள்ளன. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் நடுவிலுள்ள அமிழ்ந்த தொடர் குன்றிலிருந்து (Submarineridge) உயர்ந்திருக்கும் தீவுகளையடுத்தும் புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகளிலும் (Rift valleys) இந்தியப் பெருங்கடலிலுள்ள அமிழ்ந்த தொடர் குன்றிலும் புவியதிர்ச்சிகள் உண்டாகின்றன. இந்தியாவில் இமயமலையையடுத்துள்ள கங்கை—பிரம்மபுத்திரா சமவெளியில் புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்பட்டுள்ளன. பீஹார் ராஜ்யத்தில் 1934 ஆம் ஆண்டிலும் அஸ்ஸாமில் 1897, 1950 ஆம் ஆண்டுகளிலும் அதிகச் செறிவுள்ள புவியதிர்ச்சிகளால் பெரும் சேதம் உண்டாயிற்று.

புவியதிர்ச்சி எவ்விடத்தில் தோன்றினாலும், அதிர்ச்சி அலைகள் புவியின் எல்லாவிடங்களையும் அடைந்துவிடு



படம்—110. புவியதிர்ச்சிகளின் மேல் மையங்களின் பரவல்.

கின்றன. அதிர்ச்சி அலைகளின் தன்மைகளை ஒரு கருவியின் மூலம் அறியலாம். இக்கருவி புவியதிர்ச்சிபதிகருவி (Seismograph) எனப்படும். இக்கருவி அவ்விடத்தின் வழியாகப் பாயும் அலைகளைப் பதிவுசெய்து கொள்கிறது. இக்கருவியில் உலோகத்தாலான கோல் ஒன்று நிலத்தில் திடமாகப் பொருத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும். நிலப்பரப்பின் மேல்கீழ் அசைவுகளுக்கு இணங்க இந்தக் கோலும் மேலே கீழே அசை



படம்—111. புவியதிர்ச்சி பதிகருவிகள்.
1. செங்குத்தாக ஆடும் ஊசலி 2. கிடையாக ஆடும் ஊசலி. M-ஊசலி S-பதிவு செய்யும் பொறி. R-காகிதம் சுற்றிய நீள் உருளை. U-மணிப் பொறி அமைப்பு

கிறது. இதன் அசைவுகள் ஒரு மணிப் பொறி அமைப்பால் (Clock work device) சுழலும் நீள் உருளையில் சுற்றியுள்ள காகிதத்தில் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. புவியின் அசைவுகளைப் பதிவு செய்யும் பொறி (Recording device) பலவகையில் அமைந்திருக்கலாம். நீள, அகல, உயரங்களில் ஏற்படும் அசைவுகளைக் குறிப்பதற்கு வெவ்வேறு சாதனங்களை உபயோகிக்கிறார்கள். புவியதிர்ச்சிப் பதிகருவிகளில் பதிவாகும் அதிர்ச்சி அலைகளின் கூறுகளிலிருந்து புவியின் உள் அமைப்பைப்பற்றி அறிய முடிகிறது.

புவியதிர்ச்சி தோன்றிய இடத்திலிருந்து சுமார் 1100 கி. மீ. தூரத்திற்கு மேல் உள்ள இடங்களில் பதிவாகும் அதிர்ச்சி அலைகளில் மூன்று பிரிவுகளைக் காணலாம். முதலில் பதிவான அலைகளின் வியாப்தி (Amplitude) சிறிது குறைந்தும், அதையடுத்துப் பதிவான அலைகளின் வியாப்தி அதிகமாயும், இறுதியில் பதிவான அலைகளின் வியாப்தி மிக அதிகமாயும் இருக்கும். இம்மூன்று அலைகளும் முறையே P,S,L, எனப்படுகின்றன. P அலைகளின் பண்புகள் ஒலி அலைகளைப் போன்

றவை. அலைகளின் பாதையிலிருக்கும் ஒவ்வொரு துகளும் அலைபாயும் திசையில் தள்ளப்படுகிறது. மற்ற அலைகளைவிட P அலைகள் வேகமாகச் செல்கின்றன. இவற்றை நெடு அலைகள் (Longitudinal waves) எனலாம். S அலைகள் ஒளிக்கிரணங்களைப் போன்றவை. இந்த அலைகளின் பாதையிலுள்ள துகள்கள் அலைபாயும் திசைக்குச் செங்குத்தாக (at right angles) அசைகின்றன. S—அலைகளைக் குறுக்கு அலைகள் (Transverse-waves) எனலாம். S அலைகளின் வேகம் P அலைகளை விடக் குறைவாயிருப்பதால் அவை P அலைகளுக்குப்பிறகு பதிவாகின்றன. இறுதியில் பதிவாகும் அதிக வியாப்தியுள்ள அலைகள் L அலைகள் எனப்படும். இவை புவியின் மேலோட்டில் செல்கின்றன. P அலைகளும் S அலைகளும் புவியின் உள்ளடுக்குகளின் வழியாகச் செல்கின்றன.

புவியதிர்ச்சியால் ஏற்படும் அலைகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி கடந்த சுமார் 50 ஆண்டுகளாகத்தான் நடந்து வருகிறது. இந்த அலைகளின் வேகம் அவை பாயும் வழியிலுள்ள பொருள்களின் அடர்த்தியால் பாதிக்கப்படுகிறது. அடர்த்தி அதிகமாயுள்ள இடங்களில் அலைகளின் வேகம் அதிகமாயிருக்கிறது. வெவ்வேறு அடர்த்தியுள்ள இரு அடுக்குகள் சேருமிடத்தில், அலைகளின் பிரதிபலித்தலும், அவைகளின் போக்கில் முறிவும் ஏற்படுகின்றன. P அலைகளும், S அலைகளும், கீழ் அடுக்குகளில் செல்லும்போது அவைகளின் போக்கில் முறிவு உண்டாகிறது. L. அலை புவியின் மேலோட்டின் கீழ் எல்லையில் பிரதிபலிக்கப்பட்டு மேலோட்டிலேயே வளைந்து வளைந்து செல்கிறது. L அலையின் பாதை நீண்டதாக இருப்பதால் அது தாமதித்துச் செல்கிறது. L அலைகளின் வேகம் ஏறக்குறைய ஒரே அளவாய் இருக்கிறது. P அலைகளும், S அலைகளும் புவியின் உள்ளே இருக்கும் வெவ்வேறு அடுக்குகளின் வழியாகப் பாய்வதால் அவைகளின் வேகம் மாறுகிறது. உள்ளேயுள்ள அடுக்குகளின் அடர்த்தி அதிகமாயிருப்பதால், P அலைகளும், S அலைகளும் வேகமாகச் செல்கின்றன.

புவியதிர்ச்சிக் குவியத்திலிருந்து அலைகள் புறப்படும் போது அவைகளின் வேகம் ஒரே அளவாக இருக்கும். மேல் மையத்தை அடுத்துள்ள இடங்களில் உள்ள புவியதிர்ச்சி பதிகருவிகளில் பதிவாகும் அலைகளின் தன்மை ஒரே வகையாக இருக்கும். புவியதிர்ச்சிக் குவியத்திலிருந்து போகப் போக அவைகளின் வேகமும் திசையும் உள் அடுக்குகளால் பாதிக்கப்பட்டு இவ்வலைகள் வெவ்வேறாகப் பிரிந்து விடுகின்

றன. மேல் மையத்திலிருந்து சுமார் 1000 கிலோமீட்டருக்கு அப்பால் உள்ள புவியதிர்ச்சி பதிகருவிகளில்தான் மூன்று விதமான அலைகளும் வெவ்வேறாகப் பதிவாகின்றன. புவியதிர்ச்சியின் மேல் மையத்திற்கும், அலைகள் பதிவாகும் நிலையத்திற்கும் இடையேயுள்ள தூரத்திற்கு ஏற்ப, P அலைகள் பதிவாகும் நேரத்திற்கும், S அலைகள் பதிவாகும் நேரத்திற்கும் இடையேயுள்ள காலம் இருக்கும். ஒரு நிலையத்தில் P அலைகள் பதிவாகும் நேரத்திற்கும், S அலைகள் பதிவாகும் நேரத்திற்கும் இடையே உள்ள காலத்தைக் கொண்டு, புவியதிர்ச்சியின் மேல் மையத்தின் தூரத்தைக் கணக்கிடமுடியும். அலைகள் பதிவாகும் மூன்று நிலையங்களிலிருந்து புவியதிர்ச்சியின் மேல்மையத்தின் தூரங்களைக் கணக்கிட்டு அறிந்தால், மேல் மையத்தின் இடத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒவ்வொரு நிலையத்தையும் மையமாகக் கொண்டு, அந்த நிலையங்களிலிருந்து மேல்மைத்தின் தூரத்தை ஆரமாகக் கொண்டு மூன்று வட்டங்களை வரைந்தால் மூன்று வட்டங்களும் ஒன்றையொன்று வெட்டும் இடம் புவியதிர்ச்சியின் மேல் மையமாகும். உலகத்தின் பல இடங்களிலுள்ள நிலையங்களில் பதிவாகும் புவியதிர்ச்சி அலைகளிலிருந்து புவியின் உள்ளேயிருக்கும் அடுக்குகளைப்பற்றி அறியமுடியும். புவியதிர்ச்சியின் மேல்மையத்திற்கு அருகில் உள்ள நிலையங்களில் பதிவாகும் அலைகளின் தன்மைகளைக் கொண்டு புவியின் மேலடுக்குகளைப் பற்றி அறியலாம். மேல்மையத்திற்குத் தொலைவிலுள்ள நிலையங்களில் பதிவாகும் அலைகள் புவியின் கீழ் அடுக்குகளைப்பற்றி அறிய உதவுகின்றன.

யுகோஸ்லேவியாவில் குல்பா (Kulpa) பள்ளத்தாக்கில் 1909இல் ஏற்பட்ட புவியதிர்ச்சியின் போது பல விடங்களில் பதிவான அலைகளிலிருந்து மேல் மையத்திற்கு அருகேயுள்ள நிலையங்களில் பதிவான P-S அலைகள், தொலைவிலுள்ள நிலையங்களில் பதிவான P-S அலைகளைவிடக் குறைந்த வேகம் உடையவை என்று தெரிய வந்தது. இந்த அலைகளை Pg-Sg என்று அழைத்தார்கள். மேல்மையத்திற்கு அருகே Pg-Sg அலைகள் மட்டும் பதிவாயின ; சிறிது தூரத்தில் Pg-Sg மற்றும் P-S அலைகளும் பதிவாயின ; வெகு தொலைவில் P-S அலைகள் மட்டும் பதிவாயின. டாவர்ன் (Tauera) என்ற இடத்தில் 1923 ஆம் ஆண்டு ஏற்பட்ட புவியதிர்ச்சியின் போது இன்னும் இரண்டுவகையான P-S அலைகள் பதிவாயின. இவைகளின் வேகம் Pக்கும் Pgக்கும் இடையேயும் Sக்கும் Sgக்கும் இடையேயும் இருந்தது. இந்த அலைகள் P*-S* எனப்படுகின்

றன. இவைகளித் தவிர இன்னும் சில விடங்களில் Pg க்கும் Sgக்கும் குறைந்த வேகமுடைய அலைகளும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. இவற்றை Ps-Ss எனலாம். இவ்வகையில் புவியதிர்ச்சியின் அலைகளைப்பற்றிய ஆராய்ச்சியிலிருந்து நான்கு விதமான P-S அலைகளைப் பற்றித் தெரிய வந்தது. இந்த அலைகளின் வேகங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

Ps	—	5.4 கி. மீ. விஞடி / விஞடி	Ss	3. 3. கி.மீ.	விஞடி
Pg	—	5. 4 6. 0 ,,	Sg	3. 3. 3. 5.	,,
P*	—	6. 0-7. 2 ,,	S*	3. 5-4. 0	,,
P	—	7. 2 ,,	S	4. 0	,,

P-S அலைகளின் வேகங்களிலுள்ள மாறுதல்கள் புவியின் மேலடுக்குகளைப்பற்றி அறிய உதவுகின்றன. அலைகளின் வேகம் அடுக்குகளின் அடர்த்தியைப் பொருத்து இருப்பதால் ஒவ்வொரு விதமான P-S அலை ஜோடிகளும் ஒரு அடுக்கின் வழியாகச் செல்கின்றன எனலாம். Ps–Ss அலைகளின் வேகம் மிகக் குறைந்துள்ளதால் அவை அடர்த்தி மிகக் குறைந்த மேலடுக்கில் செல்லக்கூடியவை. அலைகளின் வேகத்திலிருந்து, அடுக்கின் அடர்த்தியையும் மதிப்பிட முடியும். இதிலிருந்து, Ps—Ss அலைகள் படிவுப்பாறை அடுக்குகளின் வழியாகச் செல்லக்கூடியவை என்று தெரிகிறது. Pg—Sg அலைகள், படிவுப் பாறை அடுக்குக்குக் கீழேயுள்ள கிரானைட் பாறையாலான அடுக்கில் செல்கின்றன எனலாம். இந்த அலைகளின் வேகம், கிரானைட் பாறையின் அடர்த்திக்குப் பொருத்தமானது. P*-S* அலைகள் கிரானைட் பாறை அடுக்குக்குக் கீழேயுள்ள அடுக்கில் செல்லக்கூடியவை. இந்த அடுக்கில் பேசால்ட் பாறைகள் இருக்கக் கூடும் என்று P*-S* அலைகளின் வேகத்திலிருந்து ஊகிக்கலாம். P-S அலைகள் பேசால்ட் பாறை அடுக்குக்குக் கீழே அதிக அடர்த்தியுள்ள அடுக்கின் வழியாகச் செல்லக் கூடியவை. இந்த அடுக்கு மிக அடர்த்தியானது. இந்த அடுக்கிலுள்ள பாறைகள் ட்யூனைட் (Dunite) பெரிடோடைட் (Peridotite) போன்றவை. இந்த நான்கு அடுக்குகளில், படிவுப் பாறையடுக்கு மெல்லியதாகவும் சில விடங்களில் மட்டும் காணப்படுவதாகவும் உள்ளது. கிரானைட் அடுக்கு, கண்டங்களுக்கு அடித்தளமாக அமைந்துள்ளது. பசிபிக் பெருங் கடலின் பெரும் பகுதியில் கிரானைட் அடுக்கு இல்லை. அதற்குக் கீழேயுள்ள பேசால்ட் அடுக்கு அங்கு வெளிப்படுகிறது. பேசால்ட் அடுக்கிலும், அதற்குக் கீழுள்ள அடுக்கிலும் உள்ள பாறைகளின் நிலை அதிக வெப்பத்தாலும், அழுத்தத்தாலும்

பாதிக்கப்படுகிறது. அடுக்குகளின் தடிப்பு, சில விடங்களில் அதிகமாகவும், சில விடங்களில் குறைந்தும் இருக்கிறது.

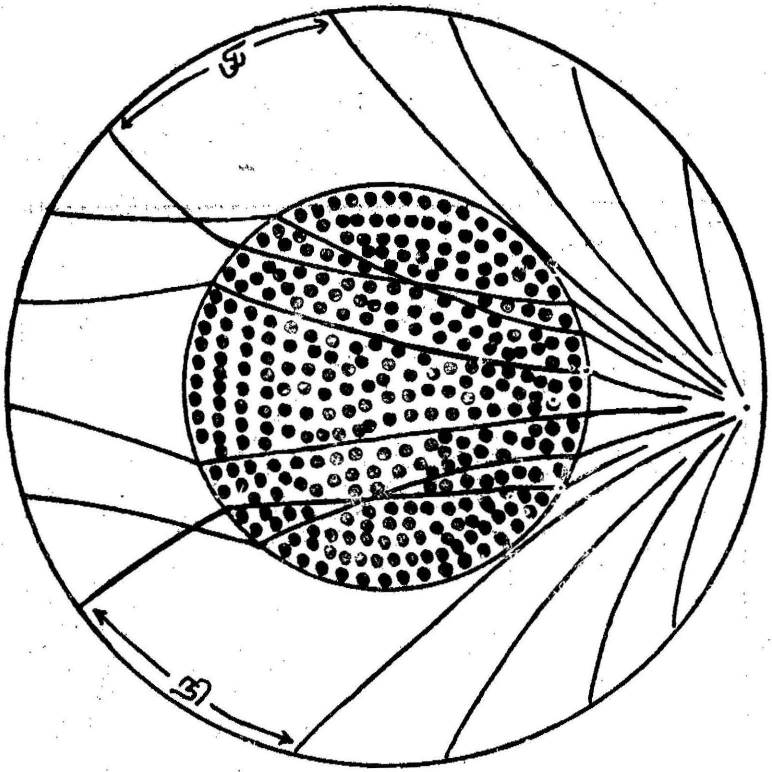
படிவுப்பாறைகளாலான அடுக்கின் பருமன் அதிகமாக வேறுபடுகிறது. சில விடங்களில் படிவுப்பாறைகளே இல்லை. அண்மையில் ஏற்பட்ட மடிப்பு மலைகளில் படிவுப் பாறைகளின் பருமன் ஆயிரக்கணக்கான மீட்டர்கள் ஆகும். படிவுப்பாறைகளுக்குக் கீழேயும் படிவுப் பாறைகள் இல்லாத விடத்தில் புவிப்பரப்பிலும், கிரானைட் பாறையடுக்கு உள்ளது. கிரானைட் அடுக்கில் பலவகையான தீப்பாறைகளும் மாற்றுருப்பாறைகளும் அடங்கியுள்ளன. இவ்விரண்டு அடுக்குகளும் சேர்ந்து ஸியால் (Sial) எனப்படுகிறது. கண்டங்கள் ஸியால் அடுக்குகளாலானவை. கிரானைட் அடுக்கின் பருமன் சராசரி 20 கிலோ மீட்டர் ஆகும். சில விடங்களில் 40 கிலோ மீட்டர் ஆகவும் இருக்கும். ஸியால் அடுக்குப் பொதுவாக 30 முதல் 40 கிலோ மீட்டர் வரை தடிப்பாக இருக்கும். உயர்ந்த மலைத்தொடர்களுக்குக் கீழே ஸியால் அடுக்கு 60 கிலோ மீட்டர் வரை பரவியுள்ளது. ஸியால் அடுக்குக்குக் கீழே பேசால்ட் போன்ற பாறைகள் உள்ள அடுக்கு உண்டு. எரிமலைகளில் வெளிப்படும் லாவா இந்த அடுக்கிலிருந்துதான் வருகிறது. பேசால்ட் போன்ற பாறைகளாலான அடுக்கு ஸிமா (Sima) எனப்படும். இந்த அடுக்கின் சராசரி பருமன் 40 கிலோ மீட்டர் ஆகும். ஸியாலும் ஸிமாவும் சேர்ந்த பகுதியைப் புவியின் மேலோடு (Crust) எனலாம். புவியின் மேலோடு 60 முதல் 80 கிலோ மீட்டர் வரை பரவியுள்ளது.

பெருங்கடல்களின் தரையில் இருக்கும் பாறைகளின் வேறுபாடுகளையும் புவியதிர்ச்சி அலைகளின் வேகத்திலிருந்து அறியலாம். புவியின் மேலோட்டில் செல்லும் L அலைகள், கண்டங்களின் வழியாகச் செல்லும்போது, குறைந்த வேகத்துடனும், பெருங்கடல்களின் தரைவழியாகச் செல்லும்போது அதிக வேகத்துடனும் செல்கின்றன. பசிபிக் பெருங்கடலின் தரையில் செல்லும்போது L அலைகளின் வேகம் மிக அதிகமாயுள்ளது. இதிலிருந்து, பசிபிக் பெருங்கடலின் தரையில் கண்டங்களின் பரப்பில் இருப்பதைவிட அதிக அடர்த்தியுள்ள பாறைகள் இருக்கவேண்டும் என்று கூறலாம். L அலைகளின் வேகத்திலிருந்து இப்பாறைகள் பேசால்ட் போன்றவை என்றும் ஊகிக்க முடியும். அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் தரையிலும், இந்தியப் பெருங்கடலின் தரையிலும், அலைகளின் வேகம், பசிபிக் பெருங்கடலின் தரையில் செல்வதை

விடக் குறைந்ததாயிருக்கிறது. இவ்விரு பெருங்கடல்களி லும், சிலவிடங்களில் ஸியால் அடுக்கு மெல்லியதாக இருப் பதால், அலைகளின் வேகம் குறைந்திருக்கக் கூடும். மெல்லிய ஸியால் அடுக்கு, கடல் தரையிலுள்ள அமிழ்ந்த தொடர் குன்றுகளில் இருக்கிறது என்று கருதலாம்.

புவியதிர்ச்சியின் மேல்மையத்திற்குத் தொலைவிலுள்ள நிலையங்களில் பதிவாகும் புவியதிர்ச்சி அலைகளிலிருந்து புவியின் உள்ளடுக்குகளைப்பற்றி அறியமுடிகிறது. P-S அலை கள் புவியின் உள்ளே செல்லச் செல்ல அவைகளின் வேகம் அதிகரித்து, அலைகளின் பாதை உட்குவிந்ததாய் (Concave) அமைந்துவிடுகிறது. புவியின் மேலோட்டின் கீழ்ப்பகுதியி லிருந்து, அதாவது சுமார் 80 கிலோ மீட்டர் ஆழத்திலிருந்து 150 கிலோ மீட்டர் வரை P-S அலைகளின் வேகம் சிறிதளவு குறைந்து இருக்கிறது. சுமார் 150 கிலோமீட்டரிலிருந்து 950 கிலோமீட்டர் வரை P-S அலைகளின் வேகம் விரைவில் அதி கரித்துக்கொண்டே போகிறது. சுமார் 950 கிலோமீட்டரி லிருந்து 2900 கி. மீட்டர் வரை P-S அலைகளின் வேகம் மெது வாக அதிகரிக்கிறது. சுமார் 2900 கிலோமீட்டர் ஆழத்தை யடைந்ததும், அலைகளின் வேகம் தடைப்பட்டு விடுகிறது. S அலைகள் 2900 கிலோமீட்டருக்குக் கீழே செல்வதில்லை; அவைகள் பிரதிபலிக்கப்படுகின்றன. 2900 கிலோமீட்டரி லிருந்து சுமார் 5000 கிலோமீட்டர் ஆழம்வரை P அலை குறைந்த வேகத்துடன் செல்கிறது. சுமார் 5000 கிலோமீட்டரிலிருந்து மையம் வரை P அலையின் வேகம் திடீரென அதிகரித்து விடுகிறது. P-S அலைகளின் வேகங்களிலிருந்து புவியின் உள்ளேயுள்ள அடுக்குகளின் எல்லைகளை அறியலாம். இவ் வெல்லைகள் 950 கிலோமீட்டர், 2900 கிலோமீட்டர், 5000 கிலோ மீட்டர் ஆழத்தில் உள்ளன. 950 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் உள்ள எல்லை (Boundary) க்குக் கீழே மேலடுக்கில் இருப்பதை விட இரும்பு அதிக அளவில் இருக்கக்கூடும். புவியின் மையப் பகுதியின் எல்லை 2900 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் இருக்கிறது. 2900 கிலோமீட்டரிலிருந்து 5000 கிலோமீட்டர் வரையுள்ள அடுக்கு வெளிமையப்பகுதி (Outer core) எனப்படும். 5000 கிலோமீட்டருக்குக் கீழே உள்மையப் பகுதி (Inner core) இருக்கிறது. P அலை வெளிமையப் பகுதியை அடையும்போது அதன் வேகம் குறைந்துவிட, அதன் பாதையும் முறிவு பெறுகிறது. S. அலைகளின் போக்குத் தடைப்பட்டுவிடுகிறது. S. அலைகள் திரவநிலையிலுள்ள பொருள்களின் வழியாகச் செல்வதில்லை. ஆகையால் மையப் பகுதி திரவநிலையில்

இருக்கக்கூடும். புவியதிர்ச்சியின் மேல் மையத்திலிருந்து 104° வரையுள்ள நிலையங்களில்தான் P அலைகளும், S அலைகளும் பதிவாகின்றன. 104°யிலிருந்து 143° வரை P அலைகளும்

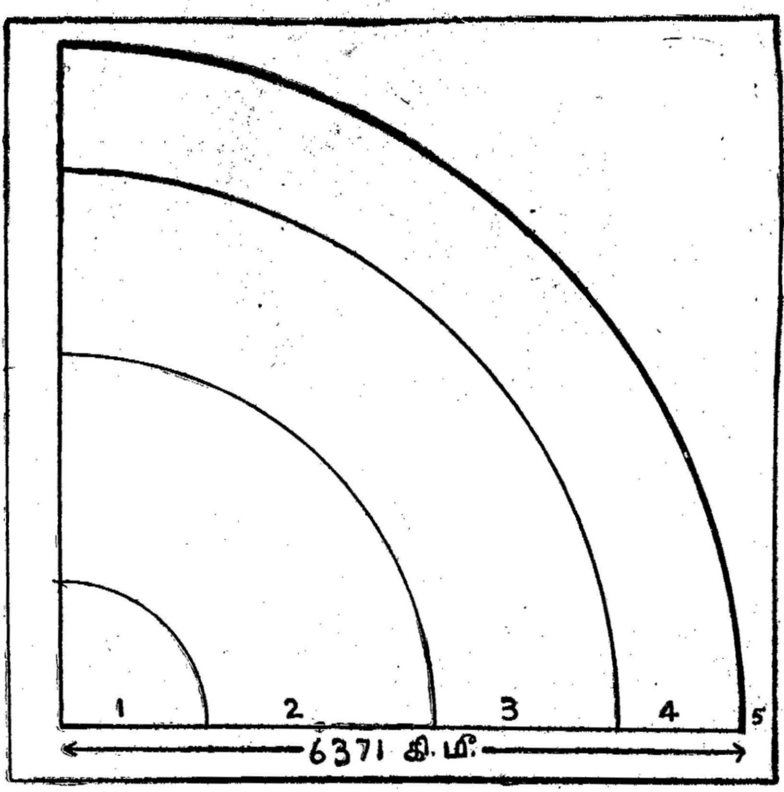


படம்—112. இப்படம் புவியின் உள் அடுக்குகளில் புவியதிர்ச்சி அலைகளின் பாதைகளைக் காட்டுகிறது. புள்ளியிடப்பட்ட பகுதி புவியின் மையப் பகுதியாகும். நி—நிழற் பிரதேசம்.

S அலைகளும் பதிவாகிறதில்லை. 143°க்குமேல் தொலைவிலுள்ள நிலையங்களில் P அலைகள் மட்டும் பதிவாகின்றன. P அலைகளும், S அலைகளும் பதிவாகாத பிரதேசத்தைப் புவியதிர்ச்சியின் நிழற்பிரதேசம் (Zone of earthquake shadow) எனலாம். புவியின மையப்பகுதி P அலைகளின் போக்கை மாற்றிவிடுவதாலும், S அலைகளைக் கவர்ந்துவிடுவதாலும் இந்த நிழற் பிரதேசம் உண்டாகிறது. புவியின் மேலோட்டில் பாயும்

L அலைகள் மட்டும் இந்நிழற் பிரதேசத்தில் பதிவாகின்றன. புவியின் மையப்பகுதியில் செல்லும் P அலைகளின் வேகத்திலிருந்து அதன் அடர்த்திக்கு 11க்கு மேலாக இருக்கவேண்டும் என்று தெரிகிறது. மையப்பகுதியில் அதிக அளவு இரும்பும் சிறிது நிக்கலும் இருக்கக் கூடும். புவியின் மேல் விழும் விண் கற்களும் (Meteorites) இரும்பும் நிக்கலும் கொண்டவை.

புவியதிர்ச்சி அலைகளின் போக்குகளிலிருந்து புவியின் உள் அமைப்பைப் பல அடுக்குகளாகப் பிரிக்கலாம்.



படம்—113. புவியின் உள் அமைப்பு - 1. உள்மையப்பகுதி. 2. வெளிமையப்பகுதி. 3. ஸிலிகேட்டுகளும் உலோகங்களும் கலந்த பகுதி. 4. ஸிலிகேட்டுகளாலான உள் அடுக்கு. 5. புவியின் மேலோடு

1. உள்மையப்பகுதி :—பருமன் 1371 கிலோமீட்டர் - 6371 கி. ஆழம் வரை.
அடர்த்தி 12·0 - 17.
இரும்பும் நிக்கலும் கொண்ட பகுதி.

2. வெளிமையப்பகுதி :—பருமன் 2100 கிலோமீட்டர் - 5000 கி.மீ. ஆழம் வரை.
அடர்த்தி 9·74 - 12·0.

மையப்பகுதி :—மொத்த பருமன் 3471 கிலோமீட்டர்-மையம் வரை (ஆழம் 6371 கி.மீ.)

3. ஸிலிகேட்டுகளும் உலோகங்களும் கலந்த பகுதி :—பருமன் 1700 கிலோமீட்டர் (2900 கிலோமீட்டர் ஆழம் வரை) அடர்த்தி 4·75 முதல் 5·0 வரை - உலோகங்கள் அதிகமாகவும், ஸிலிகேட்டுகள் குறைந்தும் இருக்கும்.

4. ஸிலிகேட்டுகளாலான உள் அடுக்கு :—பருமன் 1140 கிலோமீட்டர் (1200 கிலோமீட்டர் ஆழம்வரை).
அடர்த்தி 3·1 முதல் 4·75 வரை - அடர்த்தியுள்ள உலோகங்களின் ஸிலிகேட்டுகளைக் கொண்டது.

5. புவியின் மேலோடு :—இதன் பருமன் 60 கிலோமீட்டர். அடர்த்தி 2·75 முதல் 2·90 வரையுள்ளது - பலவகைப் பாறைகளாலானது.

22. சமநிலைத்தன்மைக் கோள்கை

புவிப்பரப்பிலுள்ள உயர்ந்த மலைத்தொடர்களும், பீட பூமிகளும், அவைகளை அடுத்த சமவெளிகளும் புவியின் சுழற்சியால் பாதிக்கப்படாமல் உறுதிச்சமநிலையில் இருக்கின்றன அல்லவா? கண்டங்கள் மிகக் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள பாறைகளாலானவை. புவியின் சுழற்சியால் கண்டங்களின் உயர்ந்து நிற்கும் பகுதிகள் புவிப்பரப்பினின்றும் பிரிந்து சிதறிவிடக்கூடும். ஆனால், இவ்வாறு நிகழாமல் உறுதிச்சமநிலையி லிருப்பதிலிருந்து, புவியின் மேலோட்டின் பகுதிக்கும் அதற்குக் கீழுள்ள அடுக்குக்குமிடையே ஒரு வகையான ஈடுபாடு (Compensation) இருக்கவேண்டும் என்று தெரிகிறது. புவியின் மேற்பரப்பு உயர்ந்து இருக்கும் பகுதிக்குக் கீழே, குறைந்த அடர்த்தியுள்ள மேலோடு ஆழமாக இருப்பதாலும் மொத்த நிறை எல்லாவிடத்தும் ஒரே அளவில் இருக்கலாம். புவிப்பரப்பில் ஒரே பரப்பளவுள்ள நிலப்பகுதிகளுக்குக் கீழே ஒரே நிறை இருக்கிறது என்று நினைக்கலாம். புவிப்பரப்பிலுள்ள வேறுபாடுகளுக்கு இணங்க, புவிப்பரப்பிற்குக் கீழேயும் வேறுபாடுகள் இருப்பதால்தான் அவைகளுக்கு இடையே சமநிலைத்தன்மை நிலவுகிறது. இச்சமநிலைத்தன்மைக் கொள்கையை முதலில் விளக்கியவர் டட்டன் (Dutton) என்பவர். அமெரிக்காவின் மேற்குப் பாகத்தில் புவி அமைப்பைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்யும்போது அவர் இக்கருத்தை வெளியிட்டார். இக்கருத்துக்கு ஆதாரவாகப் பல சான்றுகள் அண்மையில் செய்த ஆராய்ச்சியின் பயனாகக் கிடைத்துள்ளன. ஒவ்வொரு இடத்தில் அக்ஷாம்சம் (Latitude) அளக்கப்படும்போதும், புவியீர்ப்பு விசை அளக்கப்படும் போதும் கிடைத்துள்ள வேறுபாடுகள் சமநிலைத்தன்மைக் கொள்கையை ஆதரிக்கும் வகையில் இருக்கின்றன.

அக்ஷாம்சத்தை அளவிடும் முறை

புவியின் சரியான உருவத்தை நிர்ணயிப்பதற்கு, அதன் சுற்றளவைப் பலவிடங்களில் கணக்கிடவேண்டும். ஒரே தீர்க்க

ரேகையில் உள்ள இரண்டு இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, ஒவ்வொன்றின் அக்ஷாம்சத்தையும் தியோடலைட்டு (Theodolite) மூலம் அளக்கவேண்டும். இவ்விரண்டு இடங்களுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தையும் அளக்கவேண்டும். இவ்விரண்டு இடங்களின் அக்ஷாம்ச அளவின் வித்தியாசம் x° யாக இருந்தது, அவைகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் d கி.மீ. ஆக இருந்தால்,

$$\text{புவியின் சுற்றளவு} = \frac{d}{x} \times 360 \text{ கி.மீ. ஆகும்.}$$

இம்மாதிரி புவியின் சுற்றளவைக் கணக்கிடும் முறையைப் பலவிடங்களில் 19ஆம் நூற்றாண்டில் கையாண்டார்கள். நம் தேசத்தில் 1859ஆம் ஆண்டு சர்வே செய்யும் போது, கங்கைச் சமவெளியில் கலியாணு (Kaliana) கலியான்பூர் (Kalianpur) என்ற இரண்டு இடங்களிலும் அக்ஷாம்சத்தின் அளவைத் தியோடலைட்டைக் கொண்டு அளந்தார்கள். ஒரு இடத்தின் அக்ஷாம்சத்தைக் கணக்கிடச் சூரியனையோ, குறிப்பிட்ட நட்சத்திரத்தையோ தியோடலைட்டைக் கொண்டு கூர்ந்து நோக்கி, அதன் ஏற்றக் கோணத்தை (angle of elevation) அளக்க வேண்டும். தியோடலைட்டில் செங்குத்துத் தளத்தைக் குறிப்பிட எடை நூல் குண்டைப் (Plumb bob) பயன்படுத்துகிறார்கள். எடை நூல் குண்டு தொங்கும் திசைக்குச் செங்குத்தாக (Perpendicular) கிடைத்தளம் அமைந்திருக்கிறது. கிடைத்தளத்திலிருந்துதான் சூரியனுடைய அல்லது நட்சத்திரத்தினுடைய ஏற்றக் கோணம் அளக்கப்படுகிறது. எடைநூல் குண்டு தொங்கும் திசையில் மாறுதல் இருந்தால், தியோடலைட்டைக் கொண்டு அளக்கப்படும் ஏற்றக் கோணத்தின் அளவும் மாறுபடும். கலியாணு மற்றும் கலியான்பூர் இவைகளுக்கு இடையேயுள்ள அக்ஷாம்சத்தின் வேறுபாட்டை முக்கோண முறைச் (Triangulation) சர்வேயின் வழியாகவும் கணக்கிட்டார்கள். வானவியல் முறையில் கிடைத்த முடிவுக்கும், முக்கோண முறைச் சர்வேயின் பயனுகக் கிடைத்த முடிவுக்கும் பொருத்தம் இருக்கவில்லை. ஆகையால், இவ்விரண்டு முறைகளில் ஏதாவது ஒன்றில் தவறு ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும். முக்கோண சர்வே முறையில் தவறு ஏற்படுவதற்கு வழியில்லை என்றும் வானநூல் முறையில் ஏதாவது தவறு இருக்கக் கூடும் என்றும் கருதினார்கள். எவ்வாறு தவறு உண்டாயிருக்கும் என்று ஆராயும்போது, இமயமலைத் தொடரின் கவர்ச்சி விசையால் தவறு நேர்ந்திருக்கலாம் என்ற முடிவுக்கு வந்தார்கள். ஏனெனில், கலியாணு என்னும் நிலையம், இமயமலைத் தொடரிலிருந்து 100 கி.மீ. தொலைவுக்குள் இருந்தது. இமய

மலைத்தொடரின் கவர்ச்சியால் தியோடலைட்டின் எடை நூல் குண்டு தொங்கும் திசையில் மாறுதல் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும். ஆகையால் தியோடலைட்டினல் அளக்கப்பட்ட ஏற்றக் கோணத்தின் அளவும் மாறியிருக்கும். இமயமலைத்தொடரின் கவர்ச்சி விசையைக் கணக்கிடப் பிராட் (Pratt) முயற்சி செய்தார். இமயமலைத்தொடரின் கவர்ச்சிவிசை, அதன் கன அளவையும், அடர்த்தியையும் பொருத்து இருக்கும். இமய மலைத்தொடரின் பரப்பிலிருந்தும், அதன் உயரத்திலிருந்தும், அதனுடைய கன அளவைக் கணக்கிடலாம். மலைத்தொடரி லுள்ள பாறைகளின் சராசரி அடர்த்தி 2·7 என்று எடுத்துக் கொண்டு, மலைத்தொடரின் ஈர்ப்பு விசையைக் கணக்கிட்டார். இக்கணக்கீட்டின்படி, இமயமலைத்தொடரின் கவர்ச்சியால் எடை நூல் குண்டு தொங்கும் திசை செங்குத்துத் திசையி லிருந்து 15·885″ (விகலைகள் - Seconds) விலகியிருக்க வேண்டும். ஆனல், எடை நூல் குண்டு தொங்கும் திசைக்கும் செங்குத் துத் திசைக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடு 5·236″ ஆகத்தான் இருந்தது. அதாவது, இமயமலைத் தொடரின் ஈர்ப்பு விசை கணக்கிட்ட அளவுக்குக் குறைவாக இருக்கிறது. இதை இரு வகையில் விளக்கிறார்கள். இமயமலையிலுள்ள பாறைகளின் அடர்த்தி 2·7 க்கும் குறைவானது என்றும், மையத்தில் வெறுமை (Vaccuum) யான இடம் இருக்கும் என்றும் சிலர் கருதினார்கள். இது சரியானதன்று என்று பிறகு தெளிவா யிற்று. இமயமலைத் தொடருக்குக் கீழேயும், அதிக அடர்த்தி யுள்ள ஸீமா அடுக்குக்குப் பதிலாக 2·7 அடர்த்தியுள்ள பருமனை அடுக்கு இருக்கிறது என்று மற்றுஞ் சிலர் விளக்கி ஞர்கள். இமயமலைத்தொடர் மிதக்கும் நிலையில் இருப்பதாக எய்ரி (Airy) கருதினர்.

புவியீர்ப்பு விசை அளவிடும் முறை

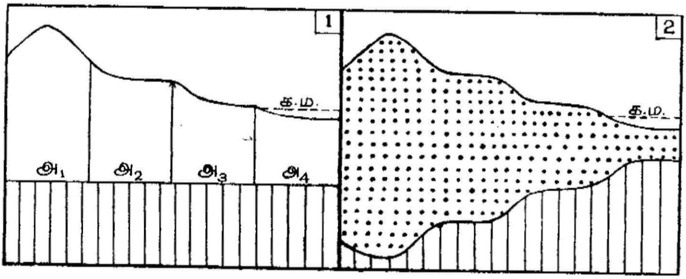
நிலத்தில் உள்ள இடங்களில் புவியீர்ப்பு விசையைக் கணக்கிட ஊசலியைப் (Pendulum) பயன்படுத்துகிறார்கள். கடலில் புவியீர்ப்பு விசையைக் கணக்கிட மெர்க்குரி பார மானியையும் (Barometer), கொதிநிலையைக் (Boiling point) காட்டும் வெப்பமானியையும் பயன்படுத்துகிறார்கள். இவ் வகையில், புவியிலுள்ள பல இடங்களில் புவியீர்ப்பு விசை கணக்கிடப்பட்டு இருக்கிறது. இதிலிருந்து புவியீர்ப்பு விசையைப் பாதிக்கும் காரணங்களை அறிய முடியும். ஒரு இடத்தில் இயங்கும் புவியீர்ப்பு விசை, அவ்விடத்திற்கும் புவியின் மையத்திற்கும் உள்ள தொலைவிற்கு எதிர்மறையாக

மாறுகிறது. உதாரணமாக, கடல் மட்டத்திலிருந்து மேலே போகப்போகப் புவியீர்ப்புவிசை குறைந்துவிடுகிறது. புவிப் பரப்பிற்குக் கீழே சென்றால் புவியீர்ப்பு விசை அதிகமாகிறது. ஆகையால், இடத்தின் உயரம் புவியீர்ப்பு விசையின் அளவைப் பாதிக்கிறது. சமவெளிகளைக் காட்டிலும், மலைப்பகுதிகளில் புவியீர்ப்பு விசை குறைந்திருக்கிறது. புவிக்கோளத்தின் ஆரம் பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் சிறிது நீண்டும், துருவப்பிரதேசத்தில் சிறிது குறைந்தும் இருக்கிறது. இதனால், பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்தில் புவியீர்ப்பு விசை குறைந்தும், துருவப்பிரதேசத்தில் அதிகமாயும் இருக்கும். ஓர் இடத்தில் இயங்கும் புவியீர்ப்பு விசை அவ்விடத்தின் உயரத்தையும் அதன் அக்ஷாம்சத்தையும் பொருத்து இருக்கும். இவ்விரண்டு காரணங்களைக் கொண்டு, ஒரு இடத்தில் இயங்கும் புவியீர்ப்பு விசையின் அளவைக் கணக்கிடமுடியும். ஆய்வுக் கூடத்தில் ஊசலியைக்கொண்டு புவியீர்ப்பு விசையின் அளவைக் கணக்கிடலாம். இவ்விரண்டு முறைகளிலிருந்து கிடைக்கும் முடிவுகள் வெவ்வேறாக இருக்கின்றன. இதிலிருந்து புவியீர்ப்பு விசையின் அளவு இடத்தின் உயரம் மற்றும் அக்ஷாம்சத்தைத் தவிர மற்ற காரணங்களாலும் பாதிக்கப் படுகிறது என்று தெரிகிறது. இடத்தைச் சுற்றியுள்ள நிலத் தோற்றங்களும், அவ்விடத்திய புவியீர்ப்பு விசையைப் பாதிக் கின்றன. ஏனெனில், உயர்ந்த மலைத்தொடர்களும், பீடபூமி களும் ஊசலி ஊசலாடும் வீதத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. அவைகளின் கவர்ச்சியால் ஊசலியின் ஊசலாட்டம் பாதிக்கப் படுகிறது. ஆகையால் நிலப்பரப்பில் உயர்ந்து உள்ள நிலத் தோற்றங்களின் கவர்ச்சி விசையைக் கணக்கிட்டு, அதனால் ஏற்படும் தவற்றை நீக்கவேண்டும். இவ்வகையில் நிலத் தோற்றங்களின் கவர்ச்சி விசையைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்த தில், நிலத்தோற்றங்களின் கவர்ச்சி விசை கணக்கிட்ட அள வுக்குக் குறைவாகவே இருக்கிறது என்று தெரிந்தது. உயர்ந்து நிற்கும் மலைத்தொடர்களுக்கும், பீடபூமிகளுக்கும் கீழேயும் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள பொருள்கள் இருப்பதால் அவை களின் எடை ஈடு செய்யப்படுகிறது என்று சிலர் கருதினார்கள். இதனால்தான், இந்நிலத்தோற்றங்களின் கவர்ச்சிவிசை கணக்கிட்ட அளவுக்குக் குறைவாகவே இருக்கிறது.

ஈடுசெய்யும் வகையைப் பற்றிய கருத்துக்கள்

புவியின் மேற்பரப்பில் உயர்ந்து நிற்கும் நிலத்தோற்றங் களின் எடை எவ்வாறு ஈடுசெய்யப்படுகிறது என்பதைப்

பற்றி நேரில் கண்டறிய முடியாது. புவிப் பரப்பிற்குக் கீழே அடர்த்தியின் வேறுபாடுகளைக் குறித்துச் சில கருத்துக்கள் உள்ளன. இவைகளை விளக்குவதன் மூலம் ஈடுசெய்யும் வகையைப்பற்றி அறியலாம். அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டுக்



படம்—114. 1. பிராட்டுடைய கொள்கையைக் காட்டும் படம். ஈடுசெய்யும் மட்டத்திற்கு மேல் உள்ள நிலப்பகுதிகளின் அடர்த்தி அப்பகுதிகளின் உயரத்திற்கு எதிர்மறை விகிதத்தில் இருக்கும்.
2. ஏய்ரியுடைய கொள்கையைக் காட்டும் படம்.
க. ம.—கடல் மட்டம்

கடற்கரை மற்றும் புவி உருவ சர்வே (U. S. Coast and Geodetic Survey) ஸ்தாபனத்தைச் சேர்ந்த ஹே:போர்டு (Hayford) என்பவர், புவிப்பரப்பிற்குக் கீழே ஈடு செய்யும் மட்டம் (Level of compensation) இருப்பதாகக் கருதினர். இம்மட்டத்திற்கு மேலே உயரத்திற்கு ஏற்ப அடர்த்தி மாறுகிறது. உதாரணமாக, உயர்ந்துள்ள மலைத்தொடர்களில் அடர்த்தி குறைந்தும், தாழ்ந்துள்ள சமவெளியில் அடர்த்தி மிகுந்தும் இருப்பதாகக் கருதினர். ஒரே பரப்புள்ள நிலப்பகுதிகளுக்குக் கீழே, அவைகளின் உயரத்திற்கு எதிர்மறை வீதத்தில் அடர்த்தி மாறுகிறது. ஈடுசெய்யும் மட்டத்திற்கு மேல் நிலத்தின் கன அளவு அதிகமாயிருந்தால், அடர்த்தி குறைந்தும், கன அளவு குறைந்தால் அடர்த்தி மிகுந்தும் இருக்கும். இருநிலப்பகுதிகளின் பரப்பு ஒரே அளவாகவும் அவைகளின் உயரம், h_1, h_2 ஆகவும் இருந்தால் அவைகளின் அடர்த்தி d_1, d_2 ஆக இருக்கும். ஒவ்வொரு நிலப் பகுதியின் எடையும் ஈடுசெய்யும் மட்டத்தில் சமமாக இருக்கும். ஆகையால் $h_1, d_2 = h_2\ d_2$ எனலாம், ஏனெனில் உயரம் கன அளவைக் குறிக்கும். இச்சமன்பாட்டில் (Equation) h_2 வைவிட h_1 பெரியதாக இருந்தால், d_2 வைவிட d_1, சிறியதாக இருக்கும். மேலேயுள்ள நிலப்பகுதிகளால் ஏற்படும் அழுத்தம், ஈடுசெய்யும் மட்டத்தில் ஒரே

அளவாக இருக்கிறது என்று ஹே.:போர்டு விளக்கினர். ஈடு செய்யும் மட்டம் புவிப்பரப்பிலிருந்து சுமார் 100 கிலோ மீட்டர் ஆழத்தில் இருப்பதாகக் கருதினர். ஈடு செய்யும் மட்டத்தின் ஆழம் எல்லாப் பிரதேசங்களிலும் ஒரே அளவில் இருப்பதில்லை. ஒரே மட்டத்திலிருந்து வெவ்வேறு அளவில் நிற்கும் கொள்கையைப் (Equal standing concept) பிராட் (Pratt) முதலில் வெளியிட்டார். இக்கொள்கையை ஹே.:போர்டு, பௌவி (Bowie) இருவரும் விவரித்தார்கள். இக்கொள்கைக்கு முக்கிய எதிர்ப்பு யாதெனில், புவிப்பரப்பில் தோன்றும் பாறைகளின் அடர்த்தியில் அதிக வேறுபாடு இல்லாததே யாகும். புவியின் மேலோட்டில் அடர்த்தி பெரும்பாலும் ஒரே அளவாகவே இருக்கிறது.

ஈடுசெய்யும் வகையைப் பற்றி ஒரு கருத்தை எய்ரி (Airy) 1855 ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார். புவியின் மேலோடு மிதக்கும் நிலையில் உள்ளது என்று அவர் கருதினர். புவியின் மேலோட்டிலுள்ள பாறைகளின் சராசரி அடர்த்தி 2·67 ஆகும். மேலோட்டிற்குக் கீழேயுள்ள பாறைகளின் சராசரி அடர்த்தி 3·00 ஆகும். மேலோடு அதற்கு அடியிலுள்ள பாறை அடுக்கில் மிதக்கும் நிலையில் இருந்தால், மேலோட்டின் 1/9 பகுதிதான் புவிப் பரப்பில் வெளிப்படும். மற்ற பகுதி அடியிலுள்ள அடுக்கில் அமிழ்ந்து இருக்கும். இந்நிலையைப் பனிக்கட்டி தண்ணீரில் மிதப்பதற்கு ஒப்பிடலாம். இக்கருத்தின்படி இமயமலைத் தொடருக்குக் கீழே, அதன் சராசரி உயரத்தைப் போல் எண் மடங்கு தடிப்பான பாறை அடுக்கு இருக்கவேண்டும். மலைத் தொடர்கள் ஆழமான வேர்களைக் (Roots) கொண்டவை எனலாம். ஆகையால்தான் மலைத்தொடர்களின் கவர்ச்சி விசை கணக்கிட்ட அளவுக்குக் குறைவாக இருக்கிறது. எய்ரியுடைய கருத்தின்படி மேலோட்டின் அடர்த்தியில் மாறுதல்கள் இல்லை. ஆனல் மேலோட்டின் பருமன் மாறுபடுகிறது. உயர்ந்த நிலப்பகுதிக்குக் கீழே ஆழமாயும், சமவெளிகளுக்குக் கீழே அதிக ஆழமில்லாமலும் புவியின் மேலோடு இருக்கிறது. ஒவ்வொரு மலைப்பகுதியும் ஈடுசெய்யும் நிலையில் இருக்கிறது என்பது தவறு. உதாரணமாக, இமயமலை சுமார் 8800 மீ. உயர்ந்துள்ளது. ஆகையால் அதற்குக் கீழே சுமார் 70,400 மீ. வரை மேலோடு பரவியுள்ளது என்று கருதக்கூடாது. மலைத் தொடரின் மொத்த நிறையும் புவிக்குக் கீழேயுள்ள அடுக்கில் ஈடுசெய்யும் வகையில் இருக்கிறது. புவிப்பரப்பிலுள்ள நிலத் தோற்றங்களுக்குத் தக்கவாறு மேலோட்டின் பருமன் மாறுவதால், சமநிலைத்தன்மை நிலவுகிறது.

சமநிலைத்தன்மைக் கொள்கைக்குப் பல சான்றுகள் உள. அண்டார்க்டிக் கண்டமும், கிரீன்லாந்தும் (Greenland) தடித்த பனிக்கட்டி அடுக்கால் மூடியிருப்பதால், அவைகளின் பரப்புத் தாழ்ந்து இருக்கிறது. டெல்டாக்களிலும் படிவுகளின் எடையால் நிலப்பரப்புத் தாழ்ந்துவிடுகிறது என்று தெரிகிறது. நிலத்தின் மேலுள்ள எடை நீக்கப்பட்டால், நிலப்பரப்பு உயர்ந்துவிடுகிறது. ஸ்காண்டிநேவியா (Scandinavia) பனி யுகத்தில் பனியடுக்கால் மூடப்பட்டபோது தாழ்ந்து இருந்தது. ஆனால் பனியடுக்கு உருகி மறைந்துவிட்டதால், இப்போது அங்குள்ள நிலப்பரப்பு உயர்ந்து கொண்டிருக்கிறது. இதே காரணத்தால்தான், வட அமெரிக்காவிலுள்ள பெரிய ஏரிகளின் (Great lakes) கடற்கரைகள் உயர்த்தப்பட்டு இருக்கின்றன. புவியின் மேலோட்டில் சில பகுதிகளில் எடை அதிகமானாலும், அல்லது குறைந்தாலும், நிலம் தாழ்ந்தோ, உயர்ந்தோ, மறுபடியும் சமநிலைத்தன்மை ஏற்படுகிறது.

புவிப்பரப்பில் உள்ள மலைத்தொடர்களும், பீடபூமிகளும், மற்ற உயர்ந்த இடங்களும் அரிக்கப்படுகின்றன. இதனால் இந்நிலப்பகுதிகளின் எடை குறைகிறது, மிதக்கும் நிலையிலுள்ள பகுதியின் எடை குறைந்தால், அது சிறிது மேலே உயரும். இவ்வகையில் அரிக்கப்படும் பிரதேசங்கள் மெதுவாக உயர்த்தப்படக் கூடும். அரிக்கப்பட்ட பொருள்கள் சமவெளிகளிலும், கடற்கரையிலும் படிந்துவிடுவதால், அவ்விடங்களில் எடை அதிகரிக்கிறது. ஆகையால் இப்பகுதிகள் சிறிது தாழ்ந்துவிடக்கூடும். புவியின் பரப்பில் பொருள் இடம் பெயர்வதற்குத் தக்கவாறு, புவியின் மேலோட்டின் கீழ்ப் பகுதியிலும், பொருள் இடம் மாறவேண்டும். தாழ்த்தப்படும் நிலப்பகுதிக்குக் கீழிருந்து, உயர்த்தப்படும் பகுதியின் கீழ்ப் பாகத்திற்குப் பொருள் கொண்டு செல்லப்படவேண்டும். அப்பொழுதுதான் புவியின் மேலோட்டில் உண்டாகும் மாறுதல்களுக்கு ஈடுசெய்து சமநிலைத்தன்மை ஏற்படும்.

பெருங்கடற்பகுதிகளில் கண்டங்களில் இருப்பது போலப் புவியின் மேலோடு இருப்பதில்லை. மேலோட்டிற்குக் கீழேயுள்ள ஸிமா அடுக்கு வெளிப்படுகிறது. ஆகையால் கடற் பகுதிக்கும் நிலப்பகுதிக்கும் இடையே புவியீர்ப்பு விசையின் அளவில் அதிக வேறுபாடு உண்டு. கடற்பகுதியில் புவியீர்ப்பு விசையின் அளவைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்ததிலிருந்து, பசிபிக் பெருங்கடலிலும், இந்தியப் பெருங்கடலிலும், ஸியால் அடுக்கு இல்லையெனவும், அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் ஸியால் அடுக்குச் சில விடங்களில் மெலிந்ததாக இருக்கிறது எனவும் அறியமுடிகிறது.

23. கண்டங்களும் பெருங்கடல்களும்

புவிக்கோளத்தின் மேற்பரப்பில் கண்டங்களும், பெருங் கடல்களும் சிறப்புக் கூறுகளாக அமைந்துள்ளன. கண்டங் கள் மற்றும் பெருங்கடல்களின் பரவல் மனிதனுடைய வாழ்க்கையைப் பலவகைகளில் பாதிக்கிறது. புவிக்கோளத் தின் மேற்பரப்பின் அளவு 510 மில்லியன் சதுர கி.மீ. ஆகும். இதில் 148 மில்லியன் சதுர கி.மீ. (29%) நிலப்பரப்பாகவும், 362 மில்லியன் சதுர கி.மீ. (71%) நீர்ப்பரப்பாகவும் இருக் கிறது. புவிக்கோளத்தில் கண்டங்கள் மற்றும் பெருங்கடல் களின் பரவலில் சில சிறப்பான பண்புகளைக் காணலாம்.

1. நிலப்பரப்பு வட அர்த்த கோளத்தில் அதிகமாயும், தென் அர்த்த கோளத்தில் குறைந்தும் இருக்கிறது. வட அர்த்த கோளத்தின் மொத்த பரப்பில் 39% நிலப்பரப்பாகவும், தென் அர்த்தகோளத்தில் 19% நிலப்பரப்பாகவும் இருக்கிறது. மொத்த நிலப்பரப் பில் சுமார் 2/3 பாகம் வட அர்த்த கோளத்தில் உள்ளது.

2. கண்டங்களும் பெருங்கடல்களும் ஏறக்குறைய முக் கோண வடிவம் கொண்டவையாய் இருக்கின்றன. வடஅமெரிக்கா, தென் அமெரிக்கா இவ்விரண்டும் சேர்ந்து ஒரு பெரிய முக்கோணம் போல் இருக் கின்றன. முக்கோணத்தின் அடிப்பகுதி (Base) வடக் கிலும், உச்சி தெற்கே ஹார்ன்முனை (Cape Horn)யி லும் உள்ளன. யூரேசியாவோடு ஆப்ரிக்கா மற்றும் ஆஸ்திரேலியாவைச் சேர்த்து ஒரே அடிப்பகுதியுள்ள இருமுக்கோணங்களாகக் கருதலாம். ஒரு முக்கோ ணத்தின் உச்சி நன்னம்பிக்கை முனையிலும் (Cape of Good Hope), மற்றொரு முக்கோணத்தின் உச்சி டாஸ்மேனியாவிலும் இருக்கின்றன. நிலப்பகுதியைக்

குறிக்கும் மூன்று முக்கோணங்களின் மையக்கோடு களுக்கு இடையேயுள்ள கோணம் 120° ஆகும். பெருங் கடல்களும் ஏறக்குறைய முக்கோணவடிவமுள்ளவை. ஆனால் இம்முக்கோணங்கள் தெற்கே விரிந்தும், வடக்கே குறுகியும் இருக்கின்றன.

3. வட துருவம் ஆர்க்டிக் பெருங்கடலில் உள்ளது. இக் கடலைச்சுற்றி நிலப்பரப்பு அமைந்திருக்கிறது. தென் துருவம் அண்டார்க்டிக் கண்டத்தில் உள்ளது. இக் கண்டத்தைச் சுற்றி, அகன்ற கடற்பரப்பு இருக் கிறது. வடதுருவப் பிரதேசத்திற்கும் தென்துருவப் பிரதேசத்திற்கும் உள்ள இவ்வேறுபாடு முக்கிய மானதாகும்.

4. கண்டங்களின் பரவலில் உள்ள முக்கியக் கூறு யாதெனில் நிலப்பரப்பிற்கு நேர் எதிரேயுள்ள பகுதியில் பெரும்பாலும் நீர்ப்பரப்பு இருப்பதே யாகும். நிலப்பகுதியின் மொத்த அளவில் 95% நீர்ப்பரப்பிற்கு நேர் எதிரே அமைந்திருக்கிறது. மொத்த புவிப்பரப்பில் 44·6%த்தில் நீர்ப்பரப்பிற்கு நேர் எதிரே நீர்ப்பரப்பு இருக்கிறது. ஆனால் 1·4%த் தில்தான் நிலப்பரப்பிற்கு நேர் எதிரே நிலப்பரப்பு இருக்கிறது. உதாரணமாக, வடசீனுவுக்கு நேர் எதிரே படகோனியாவும் (Patagonia), ஐபீரியன் (Iberian) தீபகற்பத்திற்கு நேர் எதிரே நியூஜிலாந்தும் உள்ளன.

5. கடல்களில் மிகப்பெரியது பசிபிக் பெருங்கடல் ஆகும். இதன் பரப்பளவு புவிப்பரப்பில் சுமார் மூன் றில் ஒரு பங்கு ஆகும். இக்கடல் புவிப்பரப்பில் ஒரு முக்கிய பகுதியாக அமைந்திருக்கிறது.

கண்டங்கள் மற்றும் பெருங்கடல்களின் பரவல் தற்போது இருப்பதுபோல எப்பொழுதும் நிலையாக இருந்ததா அல்லது மாறுபட்டுள்ளதா என்பது பெரும் பிரச்னையாகும். கண்டங்களின் பரவல் புவி தோன்றிய காலத்திலிருந்து நிலையாக இருந்திருப் பின், இப்பரவல் எவ்வாறு ஏற்பட்டது என்று விளக்க வேண்டும். கண்டங்களின் பரவல் மாறுபட்டுள்ளது என்று கருதினல், இம்மாறுபாடுகள் எவ்வாறு

உண்டாகின்றன என்றும், கடந்த புவியமைப்புக் காலங்களில் கண்டங்களின் பரவல் எவ்வாறு இருந்தது என்றும் அறியவேண்டும். நிலப்பரப்பில் பல இடங்களில் படிவுப்பாறைகள் இருக்கின்றன அல்லவா? இப்படிவுப்பாறைகள் கடலில் படிவான படிவுப் பொருள்களாலானவை. இதிலிருந்து நிலப் பரப்பின் பல பாகங்கள் ஒரு காலத்திலாவது கடல் மட்டத்திற்குக் கீழ் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று ஊகிக்கலாம். ஆகையால் நிலப்பரப்பும், நீர்ப்பரப்பும் நிலையாக இருந்ததில்லை என்று கூறலாம். இக்கருத்துக்கு மாறாகப் பெருங்கடல்களின் அடித்தளங்கள் நிலையானவை என்பதற்குப் பல சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன.

கடலடித்தளத்தின் (Ocean Basin) தோற்றம் கண்டங்களின் தோற்றத்தினின்றும் வேறுபட்டுள்ளது. கடல்மட்டத்திற்கு மேல் வெவ்வேறு உயரத்திலுள்ள நிலத்தின் பரப்பளவும், கடல்மட்டத்திற்குக் கீழே வெவ்வேறு ஆழத்திலுள்ள கடலடித்தளத்தின் பரப்பளவும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

நிலத்தின் உயரம்	புவியின் பரப்பளவு %
>5 கி.மீ.	0·1
4-5 கி.மீ.	0·4
3-4 ,,	1·1
2-3 ,,	2·2
1-2 ,,	4·5
க.ம-1 ,,	20·8
மொத்த நிலம்	29·1

கடலின் ஆழம்	புவியின் பரப்பளவு %
0-1 கி.மீ.	8·5
1-2 ,,	3·0
2-3 ,,	4·8
3-4 ,,	13·9
4-5 ,,	23·3
5-6 ,,	16·4
>6 ,,	1·0
மொத்த கடல்	70·9

நிலத்தின் மொத்தப்பரப்பில் 72% கடல் மட்டத்திலிருந்து 1000 மீ. வரையில் உயர்ந்து இருக்கிறது. கடலடித்தளத்தில் 56% 4 கி.மீ. முதல்-6 கி.மீ. ஆழத்தில் இருக்கிறது. உயரம் அல்லது ஆழத்தை ஒரு பக்கத்திலும் பரப்பளவை மற்றொரு பக்கத்திலும் குறித்து ஒரு கோட்டுப் படம் வரைந்தால், கண்டங்கள் மற்றும் அவைகளையடுத்த பெருங்கடல்களின் பொதுவான பக்கப்பார்வை தெரியும். பக்கப் பார்வையைக் குறிக்கும் இக்கோட்டில் கண்டங்களின் மட்டத்தையும் கடலடித்தளத்தின் மட்டத்தையும் இணைக்கும் கண்டச்சரிவு (continental slope) புலப்படுகிறது. இக்கண்டச்சரிவு கண்டத்தின் விளிம்பைக் குறிக்கும். கண்டங்களுக்கும் பெருங்கடல்களுக்கும் இடையேயுள்ள உயர வேறுபாடு அவைகளின் அடர்த்தியின் வேறுபாட்டை எடுத்துக்காட்டுகிறது என்று கருதலாம். கண்டங்கள் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள ஸியால் அடுக்காலானவை; ஆகையால் அவை உயர்ந்து இருக்கின்றன. கடலடித்தளங்கள் அதிக அடர்த்தியுள்ள ஸீமா அடுக்காலானவை. கண்டங்களின் கீழ் ஸீமா அடுக்கு இருக்கிறது. இம்மாதிரி அமைப்புள்ளதால், கண்டங்கள் கடலடித்தளமாக மாறுவதோ கடலடித் தளங்கள் கண்டமாக மாறுவதோ நிகழக்கூடியவை அல்ல.

கண்டங்களில் உள்ள படிவுப்பாறைகள் யாவும் குறைந்த ஆழமுள்ள கண்டத்திட்டுகளில் படிந்தவையே. கடலடித்தளத்தில் படிவாகும் சேறு (ooze) போன்ற படிவுகள் கண்டங்களில் காணப்படுவதில்லை. கண்டத்திட்டுக்களில் படிவாகும் பொருள்கள் கடலடித்தளத்தில் காணப்படுவதில்லை. பெருங்கடலின் நடுவில் உள்ள தீவுகளில் படிவுப் பாறைகளே இல்லை. இத்தீவுகள் பெரும்பாலும் எரிமலை பொங்குவதால் ஏற்பட்டவை. இவைகளில் லாவா கெட்டியானதால் உண்டான தீப்பாறைகள் உள்ளன. இக்காரணங்களைக் கொண்டு கண்டங்களும் பெருங்கடல்களும் நிலையாக இருந்திருக்கின்றன வென்றும், அவைகளின் பரவலில் மாற்றம் ஏற்பட்டிருக்காது என்றும் ஊகிக்கலாம்.

உயிரினங்களின் பரவலைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்ததிலிருந்து கண்டங்களின் பரவலைப்பற்றியும் சில ஊகங்கள் வெளியிடப்பட்டன. நிலத்தில் வாழும் சில உயிரினங்கள் அகன்ற பெருங்கடல்களால் பிரிக்கப்பட்ட கண்டங்களில் இருக்கின்றன. உதாரணமாக, ஆஸ்திரேலியாவில் மதலைப்பையுடைய (Marsupial) கங்காருவைப் போன்ற மிருகம் தென் அமெரிக்காவிலும் இருக்கிறது. அதன் பெயர் ஓபோஸம்

(Oposam) ஆகும். இவ்வகையான மிருகம் வடஅர்த்தகோளத்தி லுள்ள கண்டங்களில் இல்லை. இதைப்போலவே சிலவகை யான பல்லிகளும், பாம்புகளும், வண்ணத்திப் பூச்சிகளும் தென் கண்டங்களில் மாத்திரம் பரவியுள்ளன. சில உயிரினங்கள் வடஅர்த்த கோளத்தில் உள்ள கண்டங்களில் மட்டும் பரவி யுள்ளன. இவ்வுயிரினங்கள் ஒரு கண்டத்திலிருந்து பெருங் கடலைத்தாண்டி மற்றொரு கண்டத்திற்கு எவ்வாறு பரவி யிருக்கக்கூடும்? உயிரினங்கள் பரவுவதற்கு உதவியாக நீண்ட நிலப்பகுதிகள் பாலங்களாகக் கடலுக்குக் குறுக்கே இருந் திருக்கவேண்டும் என்று சிலர் கருதினார்கள். இப்பாலங்களின் வழியாக நிலத்தில் வாழும் உயிரினங்கள் வெவ்வேறு கண்டங் களுக்குப் பரவலாயின எனலாம். முன்பிருந்த இப்பாலங்கள் பிறகு அமிழ்ந்து போய்விட்டன என்றும் விளக்கினார்கள். நிலப்பாலங்கள் அமிழ்ந்துவிடுவது இயலாத காரியம். ஏனெனில், குறைந்த அடர்த்தியுள்ள நிலப்பகுதி எவ்வாறு அதிக அடர்த்தியுள்ள கடலடித்தளத்தில் அமிழ்ந்துவிடும்? பாலங்கள் இருந்திருக்க முடியாது என்றால், கண்டங்களாவது அடுத்தடுத்து இருந்திருக்கவேண்டும். அப்பொழுதுதான் உயிரினங்கள் பரவ வழியிருக்கும். ஆகையால் கண்டங்களின் பரவல் கடந்த புவியமைப்புக் காலங்களில் வேறுவிதமாக அமைந்திருக்கவேண்டும் எனச் சிலர் கருதுகிறார்கள்.

முன்பிருந்த கண்டங்களின் பகுதிகள் சில மறைந்து போயின என்பதற்குச் சான்றுகள் இருக்கின்றன. பிரிட்ட னில் டாரிடோனியன் (Torridonian) பாறைகள், பழைய சிவப்பு மணற்பாறை (Old Red Sandstone), மற்றும் கார்பானி பரஸ் காலத்தில் தோன்றிய பாறைகள், ஸ்காட்லாந்திற்கு வடக்கேயும் மேற்கேயும் இருந்த நிலத்தின் அரிப்பால் உண் டான பொருள்களின் படிவுகளாலானவை என்று தெரிகிறது. அமெரிக்காவில் அப்பலேச்சியன் மலைத்தொடரிலுள்ள பாறை கள், அப்பிரதேசத்திற்குத் தென்கிழக்கேயிருந்த நிலத்தி லிருந்து கொண்டுவரப்பட்ட படிவுகளாலானவை. ஆப்பிரிக் காவில் கானு (Ghana) விலுள்ள பரற்பாறைப்படைகள், தெற்கேயிருந்த நிலத்திலிருந்து வடக்கே பாய்ந்த ஆறுகளின் வண்டற் படிவுகளாகும். மேற்சொன்ன இடங்களில் இப் பொழுது நிலப்பரப்பு இல்லை. அந்நிலப் பரப்பு எவ்வாறு மறைந்துபோயிற்று? கடலுக்குக் கீழ் அமிழ்ந்து போயிற்று எனலாம். ஆனால் அவ்வாறு அமிழ்தல் சமநிலைத்தன்மைக் கொள்கைக்குப் புறம்பானது. முன்பிருந்த நிலப்பகுதிகள்

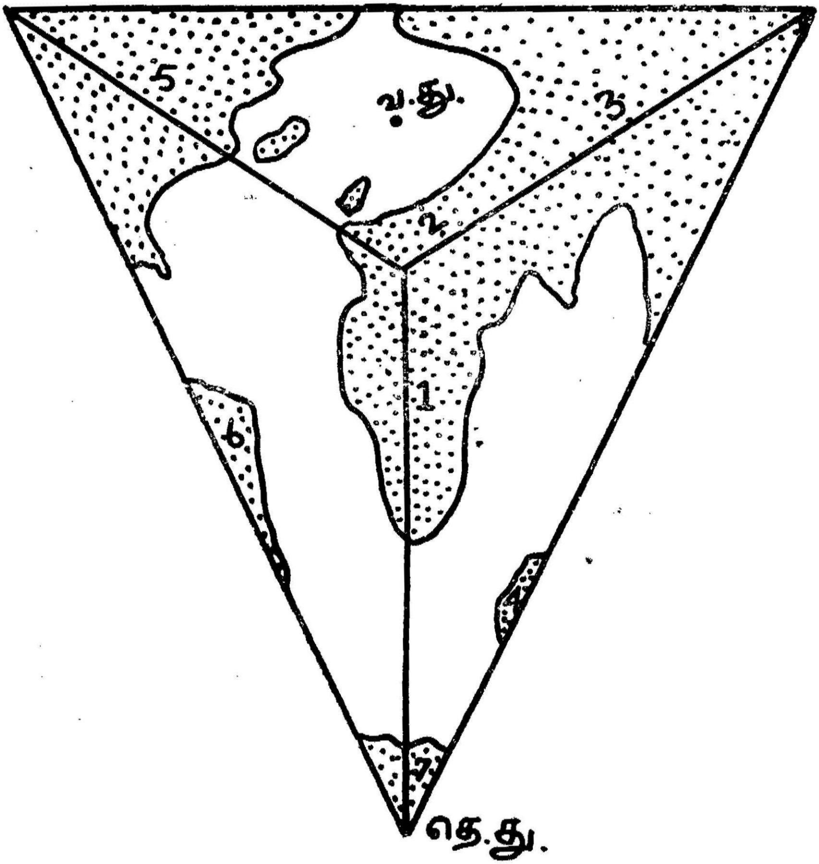
அவ்விடத்தைவிட்டு வேறு இடத்திற்கு நகர்ந்திருக்கலாம். கண்டங்களின் பரவலில் மாறுதல் ஏற்பட்டிருக்கவேண்டும் என்று நினைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

கண்டங்கள் மற்றும் பெருங்கடல்களின் தோற்றத்தைப் பற்றி விளக்கும் கருத்துக்கள், கண்டங்களின் தற்போதைய பரவலில் காணும் சிறப்புக் கூறுகளையும், கடந்த புவியமைப்புக் காலங்களில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களையும் அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. பல கருத்துக்கள் வெளியிடப்பட்டுள்ள போதிலும், சில முக்கியமான கருத்துக்களின் விவரங்களைப் பற்றி அறிவதிலிருந்து இப்பிரச்னையின் சிக்கல்கள் தெளிவாகும்.

புவியின் தோற்றத்தைப் பற்றி விளக்கும் கொள்கைகளில் சில கண்டங்களின் தோற்றத்தைப் பற்றியும் கூறுகின்றன. புவி ஆவிநிலையில் இருந்தபோது, பொருள்கள் சில இடங்களில் அடர்த்தியாக இருந்தன எனவும், புவி குளிர்ச்சியடைந்தபோது, அவ்விடங்களில் மேலோடு தடித்ததாக உண்டாயிற்று என்றும், கெல்வின் (Kelvin) கருதினர். இம்மாதிரி தடித்த மேலோடு உள்ள பாகங்கள் மட்டும் கண்டங்களாயின என்று விளக்கினர். கோளணுக்கள் புவிப்பரப்பில் சிலவிடங்களில் அதிக அளவில் விழுந்தனவென்றும் அவ்விடங்கள் கண்டங்களாயின என்றும் கோளணுக்கொள்கை (Planetesimal hypothesis) விவரிக்கிறது. புவி திரவநிலையில் இருந்தபோது வளிமண்டலத்தில் அதிக அழுத்தம் இருந்த இடங்களில் புவிப் பரப்புத் தாழ்த்தப்பட்டு விட்டதால், கெட்டியான மேலோடு ஏற்பட்ட பிறகு அவ்விடங்கள் பெருங்கடல்களாயின என்று ஸால்லஸ் (Sollas) விளக்கினர். காற்றின் அழுத்தம் குறைவாக இருந்த இடங்கள் தாழ்த்தப்படாததால் அவை கண்டங்களாயின என்பது அவர் கருத்து.

கண்டங்களின் தற்போதைய பரவலில் உள்ள சிறப்பான பண்புகளை விளக்கும் வகையில் லௌதியன் க்ரீன் (Lowthian Green) என்பவர் கி. பி. 1875ஆம் ஆண்டு ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார். அவருடைய கொள்கை முக்கோணக் கோபுரக் கொள்கை (Tetrahedral theory) எனப்படும். முக்கோணக் கோபுரம் என்பது நான்கு சமமுக்கோணங்களாலான பக்கங்களுடைய கோபுரம் ஆகும். புவியின் தோற்றத்தைத் தெற்கே ஒரு முனையைக் கொண்டு நிற்கும் முக்கோணக் கோபுரத்திற்கு ஒப்பிடலாம். இக்கோபுரத்தின் நான்கு பக்கங்கள் பெருங்

கடல்களையும் அதன் விளிம்புகள் கண்டங்களையும் குறிப்பிடு கின்றன என்று கருதினர். இக்கோபுரம் தெற்கே குறுகி யிருப்பதால், பூமத்தியரேகைக்குத் தெற்கே நிலப்பரப்புக்



படம்—116. முக்கோணக் கோபுரக் கொள்கையை விளக்கும் படம். புள்ளியிடப்பட்ட பகுதி நிலப்பரப்பைக் காட்டுகிறது.
1. ஆப்பிரிக்கா, 2. ஐரோப்பா, 3. ஆசியா, 4. ஆஸ்திரேலியா, 5. வடஅமெரிக்கா, 6. தென்அமெரிக்கா, 7. அண்டார்க்டிகா.
வ. து.—வட துருவ்ம். தெ. து.—தென் துருவம்

குறைந்துள்ளது. கோபுரத்தின் தெற்கேயுள்ள முனை அண்டார்க்டிக் கண்டத்தைக் குறிப்பிடுவதாகவும், இதற்கு நேர் எதிரே வடக்கேயுள்ள பக்கம் ஆர்க்டிக் பெருங்கடலைக் குறிப் பிடுவதாகவும் க்ரீன் விவரித்தார். ஆர்க்டிக் பெருங்கடலைச்

சுற்றியுள்ள கண்டங்களை முக்கோணத்தின் விளிம்புகளுக்கு ஒப்பிடலாம். கோபுரத்தின் ஒவ்வொரு பக்கமும் தெற்கே குறுகியிருப்பதால், கண்டங்களின் பரப்பும் தெற்கே செல்லச் செல்லக் குறுகிவிடுகிறது. இம்முக்கோணக் கோபுரத்தின் ஒவ்வொரு விளிம்புக்கும் எதிரே ஒரு பக்கம் இருப்பதால் நிலப்பரப்பிற்கு நேர் எதிரே நீர்ப்பரப்பு இருப்பதையும் இக் கொள்கை விளக்குகிறது. கண்டங்களின் பரப்பு பூமத்திய ரேகைக்கு வடக்கே அதிகமாய் இருப்பதையும், கண்டங்களின் ஏறக்குறைய முக்கோண வடிவத்தையும்கூட இக்கொள்கை விளக்குகிறது. முக்கோணக்கோபுர வடிவத்தைப் புவி எவ்வாறு அடைந்தது என்பதற்கும் க்ரீன் காரணம் கூறினார். முதலில் புவியின் வடிவம் கோளமாக இருந்தது என்று அவர் கூறினார். ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவுக்குக் குறைந்த பரப் பளவு கொண்ட உருவம் கோளமாகும். புவிக்கோளம் படிப் படியாகக் குளிர்ச்சியடைந்தால், அதன் கன அளவு குறைந்து விட்டது என்றும், முன்பிருந்த பரப்பளவைத் தாங்குவதற் காகக் கோளம் முக்கோணக்கோபுரமாக மாறியிருக்கக்கூடும் என்றும் க்ரீன் விளக்கினார். ஏனெனில், நான்கு பக்கமுடைய முக்கோணக்கோபுரம் குறிப்பிட்ட கன அளவிற்கு உச்சமான பரப்பளவையுடைய வடிவமாகும். இக்கொள்கையைக் க்ரிகெரி (Gregory) என்பவர் பல புதிய சான்றுகளைக் கொண்டு விவரித்தார். இக்கொள்கையின் முக்கிய குறை யாதெனில் புவி வேகமாகச் சுழன்று கொண்டேயிருப்பதால் முக்கோணக்கோபுரம் சமநிலையில் இருக்காது. அது மீண்டும் கோளவடிவத்தைப் பெற்றுவிடும். மேலும், புவிக்கோளம் சுருங்குவதால் முக்கோணக்கோபுரம் ஏற்படும் என்பதும் நிச்சயமாகக் கூறமுடியாது.

கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சிக் கொள்கைகள்

கண்டங்களின் பரவல் முற்காலங்களில் வேறுபட்டு இருந் தது என்றும், கண்டங்கள் மெதுவாகப் பக்கவாட்டில் நகர்ந்து விட்டதால் தற்போதைய நிலை ஏற்பட்டிருக்கிறது என்றும், வருங்காலங்களிலும் கண்டங்களின் பரவல் மாறுபடக்கூடும் என்றும் சிலர் கருதுகிறார்கள். புவியின் மேலோட்டில் சில இடங்களில் படிவுப்பாறைகள் மடிப்பு அமைப்புக் கொண்ட வையாயிருக்கின்றன அல்லவா! சிலவிடங்களில் ஒரு பாறை அடுக்கின்மேல் மற்றொரு பாறை அடுக்குத் தள்ளப்பட்டிருக் கிறது. இம்மடிப்புகள் ஏற்படுவதற்கு மேலோட்டின் பகுதி கள் பக்கவாட்டில் அசைந்திருக்க வேண்டும் என்று உறுதி

யாகக் கூறலாம். அப்படியிருந்தும் புவியின் மேலோட்டின் பக்கவாட்டு அசைவைப் பற்றிச் சமீபகாலம் வரையில் ஒருவரும் ஆராய்ச்சி செய்யவில்லை. புவியமைப்பியல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் புவியின் மேலோட்டின் மேல் கீழ் அசைவைப் பற்றியே கவனம் செலுத்திவந்தார்கள். கண்டங்கள் பக்கவாட்டில் நகர்ந்துள்ளன என்ற கொள்கையைப் போதிய சான்றுகளுடன் விவரித்தவர் ஆல்ப்ரெட் வெகனர் (Alfred Wegener) என்பவர். இக்கொள்கையை வெகனர் 1912 ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டபோதிலும், அவருடைய விரிவான நூல் 1914 ஆம் ஆண்டு பிரசுரிக்கப்பட்ட பிறகுதான் அதைப்பற்றிய வாதம் தொடங்கியது. முதல் உலகப் போருக்குப் பிறகு அவருடைய நூல் ஆங்கிலத்தில் பிரசுரமானதிலிருந்து இக்கொள்கையைப் பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. வெகனருடைய கொள்கையைப்போலக் கண்டங்களின் பக்கவாட்டு அசைவைக் குறித்து டெய்லர் (Taylor) என்பவர் 1910 ஆம் ஆண்டு ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார். வட அமெரிக்காவிலும், ஐரோப்பாவிலும் நிலக்கரி அடங்கிய பாறைப்படைகளில் ஒரே வகையான தாவரங்களின் ஃபாஸில்கள் இருப்பதைக் கொண்டு வட அமெரிக்கா ஐரோப்பாவை அடுத்துக் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று ஸ்னைடர் (Snider) 1858 ஆம் ஆண்டில் கூறினார். அவர் 100 ஆண்டுகளுக்கு முன் வெளியிட்ட படங்களும் கருத்தும் ஆராய்ச்சியாளர்களின் கவனத்தைக் கவரவில்லை. கண்டங்கள் முற்காலங்களில் வேறு இடங்களில் இருந்தன என்ற கருத்தை ஸ்னைடர் முதலில் வெளியிட்டபோதிலும், இக்கருத்தை விரிவாக விளக்கி ஆராய்ந்தவர் வெகனரே ஆவார்.

டெய்லருடைய கொள்கை

குறைந்த அடர்த்தியுடைய ஸியால் அடுக்காலான கண்டங்கள் கீழேயுள்ள ஸிமா அடுக்கில் மிதக்கின்றன என்று டெய்லர் கருதினார். மடிப்புகளாலான மலைத்தொடர்களின் பரவலைப் பற்றி விளக்குவதற்காக அவர் இக்கொள்கையை வெளியிட்டார். வடதுருவத்தைச் சுற்றி லாரேசியா (Laurasia) என்ற கண்டமும், தென்துருவத்தைச் சுற்றிக் கோண்ட்வானாலாந்து (Gondwanaland) என்ற கண்டமும் முதலில் இருந்தன என்று கூறினார். ஸியால் அடுக்குகளாலான இவ்விரண்டு கண்டங்களும் மத்தியதரைக் கோட்டுப் பிரதேசத்தை நோக்கி மெதுவாகப் பரவத் தொடங்கின. இதைக் கண்டப் பனியாறுகளின் பரவலுக்கு ஒப்பிடலாம். கண்டங்களின் ஓரங்கள்

நகரும்போது, அவைகளின் விளிம்புகள் மடிப்புப்பெற்று மலைத்தொடர்களாயின. கண்டங்களின் மையத்திலிருந்து எல்லாத் திசைகளிலும் பூமத்தியரேகையை நோக்கிப் பரவல் தொடங்கியதால், மலைத்தொடர்கள் வில்வளைவுபோல் உருவாயின. சில இடங்களில் ஸியால் அடுக்குப் பிளவுபட்டுத் தனியாகப் பிரிந்து நகரத்தொடங்கியது. உதாரணமாகக் கோண்ட்வானுலாந்து பிளவுபட்டுத் தென் அமெரிக்கா, ஆப்ரிக்கா, இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா முதலிய கண்டங்கள் பிரிந்து வெவ்வேறு திசைகளில் நகர்ந்தன. லாரேசியா பிளவுபட்டதால் வட அமெரிக்கா தனியாக மேற்கே சென்றது என்றும் அப்போது ராக்கி மலைத்தொடர்கள் ஏற்பட்டன என்றும் டெய்லர் கூறினர். ஆசியாக் கண்டத்திற்குக் கிழக்கேயுள்ள தீவுத் தோரணங்கள் (Island arcs), ஆசியாக் கண்டத்தின் விளிம்பு கிழக்கு நோக்கி நகர்வதால் ஏற்பட்டவை என்று அவர் விளக்கினர். அண்மையில் ஏற்பட்ட மடிப்பு மலைத்தொடர்களின் பரவலுக்கு டெய்லர் விளக்கம் தந்தார். ஆனல் கண்டங்கள் நகர்வதற்குரிய காரணத்தைச் சரியாக விளக்கவில்லை. சந்திரன் க்ரெடேஷியஸ் (Cretaceous) காலத்தில்தான் புவியின் துணைக்கோளாயிற்று என்றும் அக்காலத்தில் புவிக்கு அருகே இருந்ததால், அதனுடைய கவர்ச்சி விசையால் கண்டங்கள் நகர்ந்தன என்றும் டெய்லர் கருதினர். சந்திரனுடைய கவர்ச்சி விசையால் மட்டும் கண்டங்கள் நகர்ந்திருக்க முடியாது. ஏனெனில் கண்டங்களை நகர்த்தச் சந்திரனுடைய கவர்ச்சி விசையைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு விசைவேண்டும். சந்திரனுடைய கவர்ச்சிவிசை க்ரெடேஷியஸ் காலத்தில் அதிகமாக இருக்குமேயானல், அதன் விளைவால் புவியின் சுழற்சி நின்றுவிட்டிருக்கும். இதைத்தவிர டெய்லரின் கொள்கையில் மற்ருெரு குறையும் உண்டு. அவர் டெர்ஷியரி (Tertiary) காலத்தில் மட்டும் உண்டான மலைத்தொடர்களுக்கு விளக்கம் தந்தார். இதற்கு முற்காலங்களில் தோன்றிய மலைத்தொடர்களைப்பற்றி அவர் கருத்தில் இடம் இல்லை.

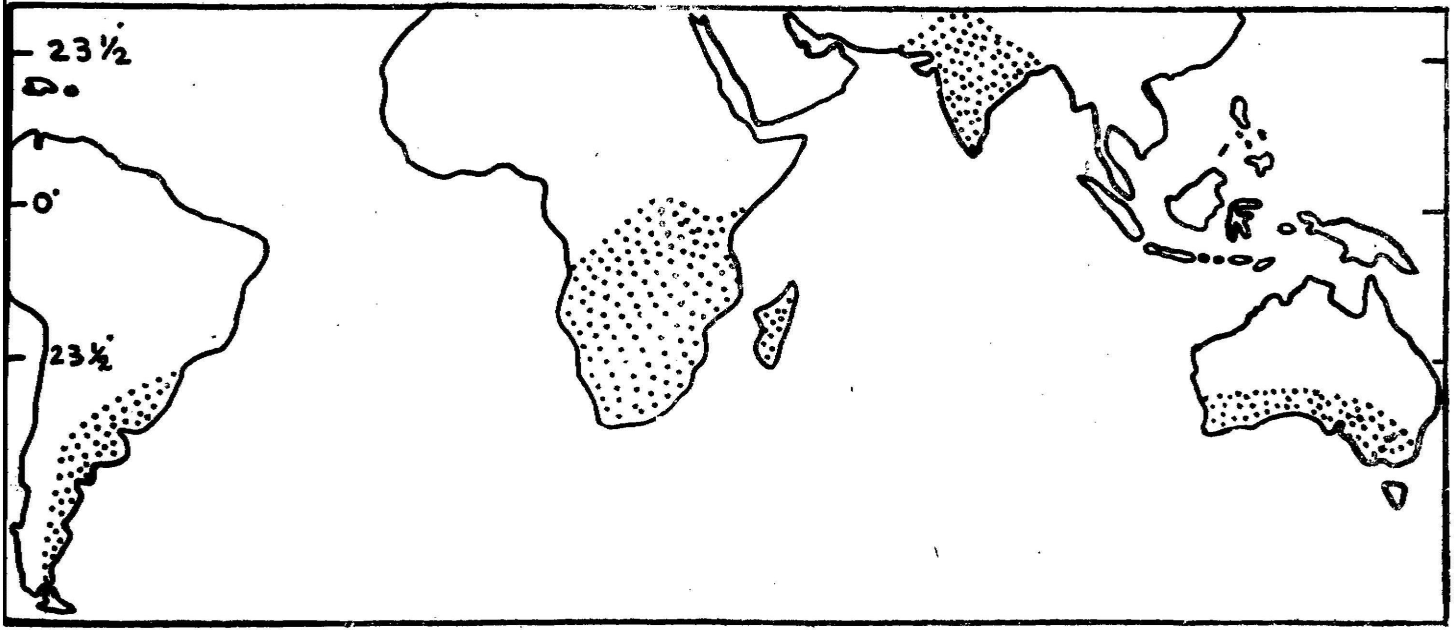
வெகனருடைய கொள்கை

ஆல்ப்ரெட் வெகனர் (Alfred Wegener) கடந்த புவியமைப்புக் காலங்களில் ஏற்பட்ட காலநிலை மாறுதல்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டிருந்தார். ஒவ்வொரு புவியமைப்புக் காலத்திலும் உண்டான படிவுப்பாறைகளின் தன்மைகளிலிருந்தும், அப்பாறைகளில் பதிந்துள்ள ஃபாஸில்களிலிருந்தும் அக்காலத்திய காலநிலையைப் பற்றி ஊகிக்க முடியும்.

உதாரணமாக, நிலக்கரிப்படைகள் கொண்ட படிவுப்பாறைகள் அயன மண்டலக் காடுகள் வளரக்கூடிய காலநிலையுள்ள இடங்களில் தோன்றியிருக்கவேண்டும். ஒரு பிரதேசத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட புவியமைப்புக் காலத்தைச் சேர்ந்த நிலக்கரிப் படைகள் இருந்ததிலிருந்து, அக்காலத்தில் அப்பிரதேசத்தின் காலநிலை அயன மண்டலக்காடுகள் வளரக்கூடிய நிலையில் இருந்திருக்கவேண்டும் என்று கூறலாம். பாறைக்களிமண் (Till) போன்ற படிவுகளின் பரவலைக்கொண்டு பனியாறுகளின் பரவலை அறிய முடியும். ஜிப்ஸம் (Gypsum) மற்றும் கல்லுப்பு (Rocksalt) அடங்கிய படிவுகள் வறண்ட காலநிலையில் தோன்றக் கூடியவை. பாறைப்படிவுகளில் அடங்கிய ஃபாசில்களும் அப் படிவுகள் தோன்றிய காலத்தின் காலநிலையை ஊகிக்க உதவுகின்றன. இவ்வகையான ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டதன் விளைவாகக் காலநிலை மாறுதல்களைப் பற்றிய சில விவரங்கள் தெரியவந்தன. கடந்த புவியமைப்புக் காலங்களில் காலநிலை மண்டலங்களின் பரவல் தற்போதுள்ளதைப்போல இல்லாமல் முற்றிலும் வேறாக இருந்தது. தற்போதுள்ள அயன மண்டலத்தில் துருவமண்டலத்திற்குரிய காலநிலையும், துருவ மண்டலத்திற்கு அருகே அயன மண்டலத்திற்குரிய காலநிலையும் ஒரு காலத்தில் இருந்தன என்று கூறமுடியும். கண்டங்களின் பரவல் தற்போதுள்ளதுபோல் முற்காலங்களிலும் நிலையாக இருந்திருப்பின், காலநிலை மண்டலங்களின் பரவலில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களை விளக்க முடியாது. ஆகையால், கண்டங்களின் பரவலில் மாறுதல் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும் என்று வெகனர் கருதினார். அவருடைய கொள்கை காலநிலை மாறுதல்களை விளக்கும் வகையில் உருவாகியது.

காலநிலை மண்டலங்கள் முற்காலங்களில் வேறுவிதமாகப் பரவியிருந்தன என்பதற்குச் சான்றாகக் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் காலநிலை மண்டலங்களின் பரவலைப் பற்றிக் கவனிப்போம். கார்பானிபரஸ் காலத்தில் உண்டான பாறைக் களிமண் படைகள் இந்தியா, தென் ஆப்பிரிக்கா, தென் ஆஸ்திரேலியா மற்றும் தென் அமெரிக்காவில் உள்ளன. இப்படைகள் கண்டப் பனியாறுகளின் படிவுகளாலானவை. ஆகையால் இவ்விடங்களிலெல்லாம் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் கண்டப் பனியாறுகள் பரவியிருக்கவேண்டும். தென் ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள பாறைக்களிமண் படைகளில் பலவகையான பனியாற்றுப் படிவுகள் இருக்கின்றன. சில இடங்களில் பனிக்காலங்களில் படிந்த பாறைக்களிமண் படைகளுக்கு இடையே இடைப்பனிக்காலத்தில் படிந்த ஆற்று வண்டற்படிவுகளும்

இருக்கின்றன. கார்பானிபரஸ் காலத்திய பனியுகத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று பனிக்காலங்களும் இடைப்பனிக் காலங்களும் இருந்தன எனலாம். தென் ஆப்பிரிக்காவில் பனியாறுகள் வடக்கேயிருந்து பரவியுள்ளன என்றும், அங் கோலா (Angola) காங்கோ (Congo) மற்றும் உகாண்டா (Uganda) வில் தெற்கே யிருந்து பரவியுள்ளன என்றும் தெரி கிறது. இந்தியாவில் ஒரிஸ்ஸா, மத்தியப்பிரதேசம், பஞ்சாப் மாகாணங்களில் உள்ள பாறைக்களிமண் படைகளிலிருந்து பனியாறு தெற்கேயிருந்து பரவியிருக்கவேண்டும் என்று கூறலாம். தென் ஆஸ்திரேலியாவில் பனியாறு தெற்கே யிருந்து பரவியது என்றும், தென் அமெரிக்காவில், அர்ஜென் டிஞ (Argentina)விலும் அதை அடுத்துள்ள பிரேஸில், (Brazil) உருகுவே (Uruguay)நாட்டுப் பகுதிகளிலும் பனியாறு கிழக்கே யிருந்து பரவியது என்றும் கூறலாம். கண்டங்கள் தற்போ துள்ள இடங்களில் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் இருந்திருந்தால் பனியாறுகள் எவ்வாறு மேற்சொன்ன இடங்களில் பரவி யிருக்க முடியும்? இவ்விடங்களில் சில உயர்ந்த மலைத்தொடர் கள் இருந்து அவைகளில் பனியாறுகள் இருந்திருக்கக்கூடும் என்பதற்கும் போதிய சான்றுகள் இல்லை. புவிக்கோளத்தின் வடக்குப் பாகத்திலுள்ள கண்டங்களில் வட அமெரிக்காவில் மட்டும் அலாஸ்காவிலும், போஸ்டன் (Boston) நகருக்கு அருகேயும் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் பனியாறுகள் இருந்தன என்று கூறமுடியும். அலாஸ்கா வடதுருவத்திற்கு அருகி லிருந்ததாலும், போஸ்டனுக்கு அருகேயுள்ள அப்பலேச்சியன் மலைத்தொடர் அக்காலத்தில் உயர்ந்து இருந்ததாலும் இவ் விடங்களில் பனியாறுகள் இருந்திருக்கக்கூடும். மற்ற கண்டங் களில் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் பனியாறுகள் இருந்த தில்லை. அவ்விடங்களில் அயனமண்டலத்திற்குரிய காலநிலை இருந்தது. வட அமெரிக்காவிலும் ஐரோப்பாவிலும் சீனு விலும் கார்பானிபரஸ் காலத்து நிலக்கரிப்படைகள் உள்ள இடங்களில் அயனமண்டலக்காடுகள் பரவியிருந்தன. அமெ ரிக்காவில் கென்டகி(Kentucky) மற்றும் ஒஹியோ(Ohio)மாகா ணங்களிலும், ஸ்காட்லாந்திலும், ஜெர்மனியிலும், ஸோவியத் நாடுகளில் மாஸ்கோவுக்குத் தெற்கேயும் சீனுவில் ஷாண்டுங் (Shan tung) மாகாணத்திலும் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் தோன்றிய லேட்டரைட் (Laterite) படிவுகளும், பாக்ஸைட்டும் (Bauxite) இருக்கின்றன. இப்படிவுகள் அயன மண்டலத்தில் அதிக வெப்பத்தாலும் மழையாலும் பாறைகள் சிதைந்து விடுவதால் உண்டாகின்றன. ஆகையால் கார்பானிபரஸ்



படம்—117. கார்பானிபரஸ் காலத்தில் கண்டப்பனியாறுகளின் பரவல்

காலத்தில் இப்படிவுகள் தோன்றிய இடங்கள் அயனமண்டலத்தில் இருந்திருக்கவேண்டும் எனலாம்.

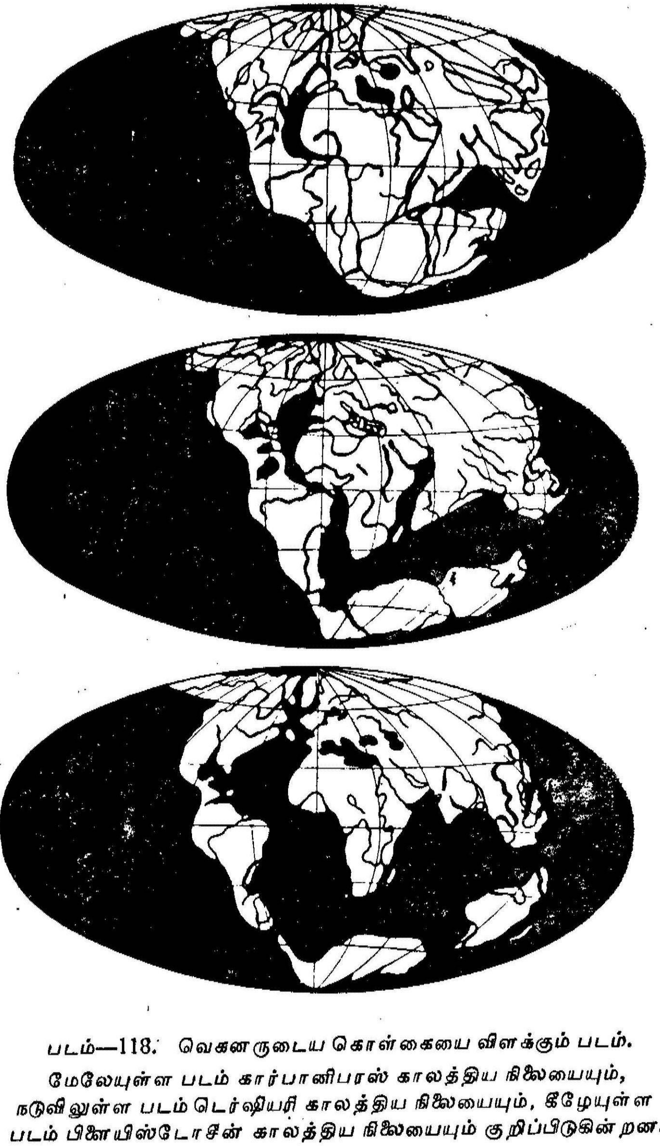
கார்பானிபரஸ் காலத்தில் காலநிலை மண்டலங்கள் பரவியிருந்த முறையை விளக்குவதற்கு வெகனர் முயற்சி செய்தார். கண்டங்களின் பரவலைத் தற்போது உள்ளதுபோல் வைத்துக்கொண்டு துருவங்களின் இடத்தைமட்டும் மாற்றி அமைத்துக் காலநிலை மண்டலங்களின் பரவலை விளக்க முற்பட்டார். தென் துருவம் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் எவ்விடத்தில் இருந்திருக்கும் என்று நினைத்துக்கொண்டாலும், அக்காலத்திய பனியடுக்குகளின் பரவலை விளக்கமுடியாது. ஏனெனில், இந்நிலப்பகுதியில் ஒவ்வொன்றும் தற்போது வெகு தொலைவில் இருக்கின்றன. இந்நிலப்பகுதிகள் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் தென் துருவத்தைச் சுற்றி நெருங்கி இருந்திருக்கக் கூடும் என்று நினைத்தால் பனியடுக்கின் பரவலுக்கு விளக்கம் தரமுடியும் என்று வெகனர் எண்ணினார். தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா முதலிய நிலப்பகுதிகள் அண்டார்க்டிகாவைச் சுற்றி இருந்தனவாகக் கருதினால் கார்பானிபரஸ் காலத்துப் பனியடுக்கின் பரவலுக்குக் காரணம் தெளிவாகிறது.

இவ்விதமாகத் தென்கண்டங்களும் இந்தியாவும் ஒரு காலத்தில் இணைந்திருந்தன என்பதற்கு வேறு சான்றுகள் இருக்கிறனவா என்று வெகனர் ஆராய்ந்தார். உயிரினங்களின் பரவலில் தென்கண்டங்களுக்கு இடையேயுள்ள சில ஒற்றுமைகளைக் கண்டறிந்தார். சில தாவரவகைகளும், பிராணி இனங்களும் தென்கண்டங்களிலும் இந்தியாவிலும் மட்டும் பரவியுள்ளன. நல்ல தண்ணீரில் வாழும் புழு (Phreodrilus) நியூஜிலாந்து, ஆஸ்திரேலியா, தென் ஆப்பிரிக்கா, படகோனியா, மற்றும் ஃபாக்லந்து (Falkland) தீவுகளிலுள்ள ஏரிகளில் இருக்கிறது. க்ளாஸாப்டெரிஸ் (Glossopteris) என்னும் செடியினத்தின் ஃபாஸில் தென்கண்டங்களிலும் இந்தியாவிலும் உள்ள படிவுப்பாறைகளில் இருக்கிறது. கார்பனிபரஸ் காலத்தில் தோன்றிய பாறைப்படைகளில் நல்ல தண்ணீரில் வாழும் மெஸோஸாரஸ் (Mesosauras) என்னும் பாம்பு இனத்தைச் சேர்ந்த பிராணியின் ஃபாஸில் இருக்கிறது. இந்த ஃபாஸில் அடங்கிய படைகள் தென் அமெரிக்காவிலும், தென் ஆப்பிரிக்காவிலும் இருக்கின்றன. மற்றுஞ்சில உயிரினங்கள் வட கண்டங்களில் மட்டும் பரவியுள்ளன. இவ்வுயிரினங்கள் பரவுவதற்குத் தென்கண்டங்

களும் இந்தியாவும் முன்பு இணைந்திருக்கவேண்டும் என்ற முடிவுக்கு வெகனர் வந்தார். வடஅமெரிக்காவும் ஐரோப்பாவோடு முன்பு இணைந்திருக்கவேண்டும் என்று அவர் கருதினார்.

முற்காலத்தில் ஒன்ருக இணைந்திருந்த கண்டங்கள் பிறகு பிரிந்து நகர்ந்துவிட்டன என்றால், அவைகளின் அமைப்பிலும் சில பொதுவான சிறப்புக் கூறுகள் இருக்கக்கூடும். இதற்குப் போதிய சான்றுகளைத் திரட்ட வெகனர் முயற்சித்தார். அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் இருபக்கங்களிலுள்ள கண்டங்களின் புவி அமைப்பிலுள்ள ஒற்றுமைகளை எடுத்துரைத்தார். அட்லாண்டிக் பெருங்கடலுக்கு இருபக்கத்திலுள்ள கடற்கரைகளின் போக்கு ஏறக்குறைய இணையாக இருப்பதை முதலில் 1920ஆம் ஆண்டு பிரான்ஸிஸ் பேகன் (Francis Bacon) அறிவித்தார். கடற்கரைகளின் போக்கிற்கு இணையாகக் கடல்மட்டத்திற்குக் கீழே ஒரு குன்றுத்தொடர் இருக்கிறது. தென் அமெரிக்காவை ஆப்ரிக்காவுடனும், வட அமெரிக்காவை ஐரோப்பாவுடனும் சேர்த்து அவைகளின் அமைப்பில் உள்ள ஒற்றுமைகளை விளக்கினார். வட அமெரிக்காவிலும், ஐரோப்பாவிலும் கார்பானிபரஸ் காலத்திலும், சைலூரியன் காலத்திலும் தோன்றிய படிவுப்பாறைகளாலான மலைத்தொடர்கள் இருக்கின்றன. கார்பானிபரஸ் காலத்தில் தோன்றிய மலைத்தொடர்கள் ஹெர்சினியன் (Hercynian) மலைத்தொடர்கள் என்றும் சைலூரியன் (Silurian) காலத்தில் தோன்றிய மலைத்தொடர்கள் கேலிடோனியன் (Caledonian) மலைத்தொடர்கள் என்றும் கூறப்படுகின்றன. ஹெர்சினியன் மலைத்தொடர் வட அமெரிக்காவின் கிழக்குப் பகுதியிலும், இங்கிலாந்தின் தெற்குப் பாகத்திலும், பிரான்ஸ், ஜெர்மனி முதலிய நாடுகளிலும் இருக்கிறது. கேலிடோனியன் மலைத்தொடர் வடஅமெரிக்காவின் கிழக்குப் பகுதியிலும், ஸ்காட்லாந்திலும், க்ரீன்லாந்தின் கிழக்குக் கரையிலும், ஸ்பிட்ஸ்பர்கன் (Spitzbergen) தீவிலும் இருக்கிறது. வட அமெரிக்காவை ஐரோப்பாவோடு இணைத்தால் இவ்விரண்டு மலைத்தொடர்களின் பாகங்கள் சேர்ந்துவிடுகின்றன. இம்மலைத்தொடர்கள் தோன்றிய காலத்தில் இவ்விரண்டு கண்டங்களும் ஒன்ருக இணைந்திருக்கவேண்டும் என்று வெகனர் நம்பினார். தென் அமெரிக்காவில் கயானாவிலுள்ள (Guiana) மடிப்புப் பாறைகள் ஆப்ரிக்காவில் கானாவிலும் (Ghana) நைஜீரியாவிலும் (Nigeria) உள்ள மடிப்புப் பாறைகளைப் போன்றவை. டெவோனியன் (Devonian) காலத்திற்கு முன் ஏற்பட்ட மலைத்தொடர் பிரேசில் நாட்டில் இருக்கிறது. இம்மலைத்தொடரின் தொடர்ச்சி தென்மேற்கு ஆப்

பிரிக்காவில் காணப்படுகிறது. ட்ரயாஸிக் (Triassic) காலத்திய மலைத்தொடர் அர்ஜன்டைனாவிலும் ஆப்பிரிக்காவில் நன்னம்பிக்கை முனைக்கு அருகேயும் இருக்கிறது. ஆப்பிரிக்காவும்



படம்—118. வெகனருடைய கொள்கையை விளக்கும் படம்.
மேலேயுள்ள படம் கார்பானிபரஸ் காலத்திய நிலையையும், நடுவிலுள்ள படம் டெர்ஷியரி காலத்திய நிலையையும், கீழேயுள்ள படம் பிளையிஸ்டோசீன் காலத்திய நிலையையும் குறிப்பிடுகின்றன.

தென் அமெரிக்காவும் சேர்ந்து இருந்திருந்தால்தான் இம் மலைத்தொடர்களின் போக்குத் தொடர்ச்சியாக இருக்கும். அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் இருபக்கங்களிலுமுள்ள கண்டங்களின் அமைப்பிலுள்ள ஒற்றுமைகளை டுத்வா (du Toit) என்பவர் விரிவாக ஆராய்ந்தார். அவர் பல புதிய சான்றுகளையும் வெளியிட்டார். இவ்வகையில் பல துறைகளிலிருந்து திரட்டிய சான்றுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு வெகனரின் கொள்கை உருவாகியது.

கார்பானிபரஸ் காலத்தில் எல்லாக் கண்டங்களும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து இருந்தன என்று வெகனர் கருதினார். இப் பெரிய நிலப்பகுதியைப் பேஞ்சே (Pangae) என்று அழைத்தார். இந்நிலப்பகுதியின் குறுக்கே நீண்ட, குறுகிய, ஆழமற்ற கடல் இருந்ததாகவும், இக்கடலுக்கு வடக்கேயுள்ள நிலப் பகுதியை லாரேசியா (Laurasia) என்றும், தெற்கேயுள்ள நிலப்பகுதியைக் கோண்ட்வானுலாந்து (Gondwanaland) என்றும் கூறினார். இவ்விரண்டு நிலப்பகுதிகளுக்கும் இடையேயுள்ள கடல் டெதிஸ் (Tethys) எனப்படும். லாரேசியாவில் வட அமெரிக்காவும், ஐரோப்பாவும், ஆசியாவும் சேர்ந்து இருந்தன. கோண்ட்வானுலாந்தில் தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா, அண்டார்க்டிகா முதலியவை அடங்கியிருந்தன. கடல்மட்ட மாற்றங்களால் நிலப்பகுதிகளின் சில பாகங்கள் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே இருந்திருக்கக்கூடும். கார்பானிபரஸ் காலத்தில் தென் துருவம் தென் ஆப்பிரிக்காவின் கடற்கரையில் டர்பன் (Durban) நகரத்திற்கு அருகே இருந்தது. கார்பானிபரஸ் காலத்திற்குப் பிறகு லாரேசியாவும் கோண்ட்வானுலாந்தும் பிளவுபட்டு நகர்ந்ததால் தற்போதைய நிலை ஏற்பட்டது என்று வெகனர் கூறினார்.

மெஸோஜாயிக் (Mesozoic Period) காலத்தில் கோண்ட்வானுலாந்து பிளவுபடத் தொடங்கியது. பிளவுபட்ட பகுதிகளில் சில பூமத்தியரேகையை நோக்கியும் மற்றுஞ்சில மேற்கு நோக்கியும் நகரலாயின. தென்அமெரிக்கா மேற்கு நோக்கி நகர்ந்ததால் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் தென் பாகம் உருவாயிற்று. ஆப்பிரிக்காவும் இந்தியாவும் பூமத்திய ரேகையை நோக்கி நகர்ந்தன. டெர்ஷியரி காலத்தின் தொடக்கத்தில் வட அமெரிக்கா ஐரோப்பாவிலிருந்து பிரிந்து மேற்கே நகரலாயிற்று. ஐரோப்பாவும் ஆசியாவும், பூமத்திய ரேகையை நோக்கி நகர்ந்தன. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின்

வடபாகம் முழுவதும் டெர்ஷியரி காலத்தின் இறுதியில்தான் உருவாயிற்று. க்ரீன்லாந்து இன்னும் நகர்ந்துகொண்டே யிருக்கிறது என்றும் விளக்கினார்.

கண்டங்கள் நகர்ந்ததன் பயனாகப் படிவுப்பாறைகளா லான மடிப்பு மலைகள் தோன்றின. ஐரோப்பாவும் ஆசியா வும் வடக்கிலிருந்தும், ஆப்பிரிக்காவும், இந்தியாவும் தெற்கே யிருந்தும் அக்காலத்திய பூமத்தியரேகையை நோக்கி நகர்ந்த தால், டெதிஸ் கடலில் படிந்த படிவுப்பாறைகள் மடிப்புப் பெற்று மலைத்தொடர் உருவாகியது. அம்மலைத்தொடர் கிழக்கு மேற்காகப் பரவியுள்ளது. ஐரோப்பாவிலுள்ள ஆல்ப்ஸ் முதலிய மலைத்தொடர்களும், ஆசியாவிலுள்ள இமய மலை முதலிய மலைத்தொடர்களும் இவ்வாறு தோன்றின. வடஅமெரிக்காவும், தென்அமெரிக்காவும் மேற்குநோக்கி நகர்ந்தபோது, இக்கண்டங்களின் மேற்கு விளிம்பிலுள்ள பாறைகள் மடிந்து மலைத்தொடர்கள் உருவாயின. வட அமெரிக்காவில் ராக்கீஸ் (Rockies) மலைத்தொடரும், தென் அமெரிக்காவில் ஆண்டீஸ் (Andes) மலைத்தொடரும் இவ்வகை யில் உண்டானவை. வட அமெரிக்கா மேற்கே நகர்ந்தபோது பின் தங்கிய பகுதிகள் மேற்கு இந்தியத் தீவுகளாகவும், தென் அமெரிக்காவிலிருந்து பின் தங்கிய பகுதிகள் ஹார்ன் முனைக்கு அருகேயுள்ள தெற்கு ஆண்டிலீஸ் (Antilles) தீவுகளாகவும் இருக்கின்றன. ஆசியாக்கண்டம் மேற்கே நகர்ந்தபோது பசிபிக் கடலின் தரையில் பிளவுண்டானதால் ஆழமான நீண்ட அகழிகள் (Trenches) தோன்றியிருக்கக்கூடும். மேற்கே நகரும் ஆசியாக் கண்டத்திலிருந்து பின்தங்கிய பகுதிகள் ஜப்பான் முதலிய தீவுத்தோரணங்களாக இருக்கின்றன. இவ்வகையில் டெர்ஷியரி காலத்தில் உண்டான மலைத்தொடர் களின் பரவலையும் வெகனர் விளக்கினார்.

கண்டங்கள் நகர்ந்ததற்குக் காரணமாயிருந்த விசைகளைப் பற்றியும் வெகனர் கூறினார். பூமத்தியரேகைப்பகுதி சிறிதளவு வீங்கி இருப்பதால், அப்பகுதியின் ஈர்ப்புவிசையால் மற்ற நிலப்பகுதிகள் பூமத்தியரேகையை நோக்கி நகர்ந்தன என்றார். சந்திரனுடைய மற்றும் சூரியனுடைய ஈர்ப்பு விசை யால் கண்டங்கள் மேற்கே நகர்ந்தன என்றார். ஈர்ப்புவிசை தற்போது குறைந்திருந்தாலும், முற்காலங்களில் அதிகமா யிருந்தது என்று நினைத்தார்.

வெகனருடைய கொள்கை கண்டங்கள் நகர்வதுடன் துருவங்களும் நகர்வதாகக் கூறுகிறது. இக்கொள்கை கார்

பானிபரஸ் காலத்திலிருந்து காலநிலே மண்டலங்களின் பரவலே விளக்குகிறது. கார்பானிபரஸ் காலத்திலிருந்து நிகழ் காலம் வரையில் ஒவ்வொரு காலத்திலும் காலநிலே மண்டலங் கள் எவ்வாறு பரவியிருந்தன என்றும் விவரிக்கிறது. டெர்ஷியரி காலத்தில் தோன்றிய மடிப்பு மலேகளின் உற்பத்தி யையும் வெகனர் விளக்கிஞர். இக்கொள்கையில் பல குறைகள் இருந்தபோதிலும், வெகனருடைய கொள்கை ஒரு புதிய ஆராய்ச்சிக்கு அடிப்படையாக இருக்கிறது. கண்டங் களின் புவியப்மைப்பு வரலாற்றைப்பற்றியும், புவியமைப்புக் காலங்களில் ஏற்பட்ட காலநிலே மாறுதல்களேப் பற்றியும், உயிரினங்களின் பரவலேப்பற்றியும், மலேகளின் உற்பத்தி யைப்பற்றியும் பலர் ஆராய்ச்சி செய்துவருகிருர்கள். வெகன ருடைய கொள்கைக்கு ஆதரவு தரும் வகையில் பல சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன. வெகனருடைய கொள்கையை அவர் முதலில் அறிவித்தபடி யாரும் ஒப்புக்கொள்ள முடியாது. இக்கொள் கைக்குச் சில திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

வெகனருடைய கொள்கையில் பல குறைகள் உள்ளன. கண்டங்கள் நகர்வதற்குக் காரணமாயிருந்த விசையைப்பற்றி வெகனருடைய கருத்துத் தவருனது. வெகனர் கூறிய விசைகள் கண்டங்களே அசைக்கச் சக்தியற்றவை. கண்டங் கள் நகர்வதற்குக் காரணமாயிருந்த விசையைப்பற்றி ஹோம்ஸ் (Holmes) ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார். புவியின் மேலோட்டிற்குக் கீழேயுள்ள அடுக்குகளில் வெப்பச்சலன ஓட்டங்கள் (Convection currents) இருந்ததால், இவ்வோட் டங்களின் விசையால் மேலோடு நகர்ந்திருக்கக்கூடும் என்று கருதிஞர். வட அமெரிக்காவிலும் தென் அமெரிக்காவிலும் மேற்குப்பகுதியில் உள்ள மலேத்தொடர்களின் உற்பத்தி யைப்பற்றி வெகனருடைய கருத்துச் சரியாக இல்லே. ஸியால் அடுக்காலான கண்டங்கள் ஸிமா அடுக்கின் மேல் மிதந்து கொண்டே நகர்ந்தபோது, ஸியால் அடுக்கின் ஓரம் எவ்வாறு மடிப்புப்பெறும்? மேலும் ஸியால் அடுக்கு மடிந்ததால் மலேகள் ஏற்பட்டிருக்க முடியாது. மலேகள் பெரும்பாலும் படிவுப்பாறைகளாலானவை. ஆசியாவின் கிழக்கேயுள்ள தீவுத்தோரணங்களின் உற்பத்தியையும் வெகனருடைய கொள்கை சரியாக விளக்கவில்லே.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் இருபக்கத்திலுள்ள கண்டங்களின் அமைப்பிலுள்ள ஒற்றுமைகளுக்கு வெகன ருடைய விளக்கம் சரியானதன்று. கண்டங்கள் பிளவுபட்டு

நகர்ந்ததால், தற்போதுள்ள கண்டங்களின் உருவத்தில் மாறுதல் ஏற்பட்டிருக்கும். மேலும் ஸியால் அடுக்கின் ஒரு பகுதி அட்லாண்டிக் கடலடித் தளத்தில் குன்றுத்தொடராக இருக்கிறது. ஆகையால் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் இருபக்கத்திலுள்ள கண்டங்களை ஒன்று சேர்ப்பதில் சில குறைகள் உண்டு. மேலும் புவியமைப்பைப்பற்றிக் கூறும்போது, வெகனர் தம் கொள்கைக்குச் சாதகமான விவரங்களையே எடுத்துக்கொண்டார். தம் கொள்கைக்குப் புறம்பான கூறுகளைக் கவனிக்கவில்லை. வெகனருக்குப் பிறகு ஆராய்ச்சி செய்த டுத்வா (Du Toit) அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் இரு கரைகளும் இணைந்து இருந்திருக்க முடியாது என்று கூறினார். இவ்விரு கரைகளுக்கும் இடையே குறைந்தது 400 கி. மீ. தொலைவு இருந்திருக்கக்கூடும். இப்பகுதியில் இருந்த ஸியால் அடுக்கு என்னவாயிற்று? தென்கண்டங்களையும் இந்தியாவையும் ஒன்றாகப் பொருத்திய வகையிலும் சில குறைகள் இருந்தன.

கார்பானிபரஸ் காலத்திற்கு முன்பு கண்டங்கள் எவ்வாறு பரவியிருந்தன என்பதை வெகனர் கூறவில்லை. கார்பானிபரஸ் காலம் வரையில் கண்டங்கள் எவ்வாறு ஒரே இடத்தில் இருந்தன? கண்டங்களை நகரச் செய்யும் விசைகள் அப்பொழுது ஏன் இயங்கவில்லை? இக்கேள்விகளுக்கு வெகனருடைய கொள்கை விடை அளிப்பதில்லை. கார்பானிபரஸ் காலத்திற்கு முன் இருந்த நிலையைப்பற்றிப் போதிய சான்றுகள் கிடைக்கவில்லை என்பதால் வெகனர் அக்காலங்களைப் பற்றி ஏதும் கூறவில்லை. கண்டங்கள் நகர்ந்த திசைகளைப் பற்றியும் வெகனருடைய விளக்கம் சரியாக இல்லை. துருவங்களிலிருந்து எல்லாத் திசைகளிலும் கண்டங்கள் நகர்ந்தன என்று டெய்லர் கருதினார். ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து கிழக்கிலும், தெற்கிலும், மேற்கிலும் கண்டங்கள் நகர்ந்தன என்று இவான்ஸ் (Evans) விளக்கினார்.

வெகனருடைய கொள்கையில் உள்ள குறைகளின் காரணமாக, வேறு கொள்கைகளும் அவ்வப்போது வெளியிடப்படுகின்றன. இவைகளில் அம்ப்கிரவ் (Umbgrove) என்பவரின் கருத்து, கண்டங்களின் பரவல் நிலையாக இருந்திருக்கிறது என்ற கொள்கையை ஆதரிக்கிறது. அவர் ஆப்பிரிக்கா கண்டத்தின் அமைப்பிலும் அதை அடுத்துள்ள கடல்களின் தரைகளின் அமைப்பிலும் உள்ள ஒற்றுமைகளை எடுத்துக் காட்டினார்; கேம்ப்ரியன் (Cambrian) காலத்திலிருந்து ஏற்

பட்ட புவி அசைவுகளால் ஆப்பிரிக்கா கண்டமும் அதையடுத்துள்ள கடற்பகுதிகளும் ஒரே வகையில் பாதிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள கொப்பரைப் பள்ளங்களைப் (Basins) போல அதையடுத்துள்ள கடல்களின் தரையிலும் கொப்பரைப் பள்ளங்கள் உண்டு. ஆப்பிரிக்கா கண்டத்தில் கேம்ப்ரியன் காலத்திற்கு முன்பிருந்து ஏற்பட்ட பாறைகளின் அமைப்பில் இரு திசைகளில் (தென்மேற்கு - வடகிழக்கு; வடமேற்கு - தென்கிழக்கு) பாறைகளின் நீட்டம் (Strike) காணப்படுகிறது. கடலடித் தளத்திலுள்ள குன்றுத்தொடர்களும் இவ்விரண்டு திசைகளிலேயே இருக்கின்றன. கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகள் (Rift Valleys) ஏற்பட்டபோது, அவைகளின் கண்ணாடிப் பிரதிபலிப்பைப் போல இந்தியப் பெருங்கடலின் தரையில் கார்ல்ஸ்பெர்க் (Carlsberg), மர்ரே (Murray) முதலிய கடல் கீழ்க் குன்றுத் தொடர்கள் உருவாயின. ஆப்பிரிக்காவைச் சுற்றியுள்ள கடல்கள் வெகனர் கூறியதுபோல் கார்பானிபரஸ் காலத்திற்குப் பிறகு தோன்றியவை அல்ல.

நிலப்பகுதிகள் பிளவுபட்டுச் சில ஆயிரம் அடிகள் கீழே அமிழ்ந்துவிடக்கூடும் என்று அம்ப்கிரவ் கூறினர். அப்பிரிக்கா கண்டத்தைச் சுற்றியுள்ள கடற்கரைகள் பிளவுக்கோடுகளாலானவை. அரேபியாவின் கடற்கரையும், இந்தியாவின் மேற்குக் கடற்கரையும் பிளவுபட்டதால் ஏற்பட்டன. பிளவுபட்ட கடற்கரைகளையடுத்து முன்பிருந்த நிலப்பகுதிகள் கடலில் பல ஆயிரம் மீட்டர்கள் ஆழம்வரை அமிழ்ந்துவிட்டிருக்கின்றன. நிலப்பகுதிகள் அமிழ்ந்துவிடக்கூடும் என்று கருதினல், உயிரினங்களின் பரவலை எளிதில் விளக்கமுடியும். கண்டங்களை ஒன்ருெடொன்று இணைக்கும் வகையில் நிலப்பாலங்கள் முன்பு இருந்தன என்றும், அவைகளின் வழியாக உயிரினங்கள் பரவின என்றும், பிறகு இந்நிலப் பாலங்கள் கடலின் கீழ் அமிழ்ந்துவிட்டன என்றும் கூறலாம்.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் இருபக்கத்திலுமுள்ள கண்டங்களின் அமைப்பிலுள்ள ஒற்றுமைகளையும் அம்ப்கிரவ் வேறு வகையில் விளக்கினர். உதாரணமாக, ஹெர்சினியன் காலத்தில் தோன்றிய மடிப்பால்ானீ மலைத்தொடர்கள் வட அமெரிக்காவிலும் ஐரோப்பாவிலும் இருக்கின்றன. இதை ஆதாரமாகக் கொண்டு இவ்விரண்டு கண்டங்களும் அக்காலத்தில் சேர்ந்து இருந்திருக்கவேண்டும் என்று ஊகிக்க முடியாது. கண்டங்களின் பரவல் தற்போது இருப்பதுபோல ஹெர்சினி

யன் காலத்தில் இருந்திருந்தாலும் இம்மாதிரி மலைத்தொடர்கள் தோன்றியிருக்கமுடியும். புவியின் உள்ளே இயங்கும் விசைகளால் கண்டத்திலும் அதையடுத்த கடலின் தரையிலும் கூட ஜியோ சிங்க்ளைன் (Geosyncline) ஏற்படக்கூடும். வட அமெரிக்காவின் கிழக்குப்பாகத்திலிருந்து மேற்கு ஐரோப்பா வரையிலும் ஒரு நீண்ட ஜியோசிங்க்ளைன் ஏற்பட்டால், கண்டத்திலுள்ள பகுதிகள் மட்டும் படிவுகளால் நிரப்பப்பட்டுவிடும். கடல் தரையிலுள்ள ஜியோசிங்க்ளைன் பகுதியில் படிவுகள் இரா. ஆகையால் கண்டங்களிலுள்ள ஜியோசிங்க்ளைன் பகுதிகள் மட்டும் மடிப்பு மலைத்தொடர்களாக உருவாகின்றன. கண்டங்களுக்கு இடையே உள்ள கடல் தரையில் மலைத்தொடர்களின் தொடர்ச்சி காணப்படுவதில்லை. ஆகையால் மலைத்தொடர்களின் போக்கிலுள்ள ஒப்புமையை விளக்க வெகனருடைய கொள்கை தேவையில்லை.

கண்டங்களும் பெருங்கடல்களும் கேம்ப்ரியன் காலத்திற்கு முன்பிருந்தே தற்போதைய நிலையில் பரவியிருந்திருக்கின்றன என்று கூறுவதுடன், கண்டங்களின் பரவலில் உள்ள சிறப்பான பண்புகளையும் அம்கிரவ் விளக்கியுள்ளார். புவிக்கோளம் திரவ நிலையிலிருந்து குளிர்ந்தபோது, புவிப்பரப்பு முழுவதும் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள ஸியால் அடுக்காலான மேலோடு தோன்றியது. புவியின் மேலோட்டிற்குக் கீழேயுள்ள அடுக்குகளில் வெப்பச்சலன ஓட்டங்கள் இருந்தன. இவை சில இடங்களில் புவியின் மையத்திலிருந்து மேலே உயர்ந்தன; மற்றவிடங்களில் மேலிருந்து கீழே இறங்கின. உயரும் ஓட்டங்கள் புவியின் மேலோட்டின் கீழ்ப்பகுதியை அடைந்ததும் இரு திசைகளில் பிரிந்து கிடையாகச் சென்று, குளிர்ச்சியடைந்து கீழே இறங்குகின்றன. வெப்பச்சலன ஓட்டங்கள் புவியின் மேலடுக்கின் கீழ்க் கிடையாகச் செல்லும் போது, மேலடுக்கும் நகரக்கூடும். ஆகையால், முதலில் புவிப் பரப்பு முழுவதும் இருந்த மேலடுக்குச் சிலவிடங்களில் தடித்தும், சில விடங்களில் மெலிந்தும், மற்றுஞ் சில விடங்களில் இல்லாமலும் மாறியது. தடித்த மேலடுக்குள்ள பகுதிகள் கண்டங்களாகவும், மெலிந்த ஸியால் அடுக்குள்ள பகுதிகள் அட்லாண்டிக் மற்றும் இந்தியப் பெருங்கடலின் தரைகளாகவும், ஸியால் அடுக்கு இல்லாத பகுதி பசிபிக் பெருங்கடலாகவும் இருக்கின்றன. வெப்பச்சலன ஓட்டங்களின் பரவலைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்ததிலிருந்து, கண்டங்களின் முக்கோண வடிவத்தையும் கண்டங்களுக்கு நேர் எதிரே கடற்பரப்பு இருப்பதையும் விளக்கமுடியும்.

பசிபிக் பெருங்கடலில் ஸியால் அடுக்கு இல்லாததை மற்ெருரு வகையிலும் சிலர் விளக்கியுள்ளார்கள். இப்பகுதியிலுள்ள ஸியால் அடுக்கு, புவிப்பரப்பிலிருந்து பிரிந்து புவியின் துணைக்கோளான சந்திரனாக மாறியது என்று ஜெஃப்ரீஸ் கருதினார். கடற்பகுதியிலிருந்து 60 கி. மீ. தடிப்பான அடுக்கை எடுத்து உருட்டினால் சந்திரன் அளவுடைய கோளம் உருவாகும். சந்திரனுடைய அடர்த்தி 3·46 ஆகும். இது ஸியால் அடுக்கின் அடர்த்தியைவிட அதிகமாயிருப்பதால், ஸியால் அடுக்கோடு அடியிலுள்ள ஸீமா அடுக்கும் சேர்ந்து புவிப்பரப்பிலிருந்து பிரிந்து சந்திரனாக உருவாகியிருக்கலாம்.

கண்டங்கள் மற்றும் பெருங்கடல்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிச் சில கருத்துக்களை விவரித்ததிலிருந்து இப்பிரச்னைக்கு ஒரு முடிவான விடையைக் காண முடியாது என்று தெரிகிறது. ஒவ்வொரு கருத்திலும் சில நல்ல அம்சங்கள் இருந்தபோதிலும், குறைகளும் உள்ளன. புவியின் அமைப்பைப் பற்றிச் சிறிதளவுதான் நமக்குத் தெரியும். இதை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டு இக்கருத்துக்கள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன. கண்டங்களின் சில பகுதிகளில் உள்ள மேலோட்டின் அமைப்பைப் பற்றி மட்டும் நமக்கு நன்றாகத் தெரியும். கடல்களின் தரையின் அமைப்பைப் பற்றிய அறிவு மிகவும் குறைந்ததே. புவியின் மேற்பரப்பின் அமைப்பைப் பற்றியே தெரியாதபோது, உள் அடுக்குகளைப் பற்றி எவ்வாறு அறியமுடியும்? புவியின் மேல் அடுக்கில் உள்ள நிலையைப் பற்றி நேராகக் கண்டறிய முடியும். ஆய்வுக்கூடங்களிலும் சோதனை செய்து பார்க்கலாம். புவியின் உள் அடுக்குகளில் உள்ள நிலைகளை ஆய்வுக்கூடங்களிலும் அறிய முடியாது. புவியின் உள் அடுக்கில் உள்ள நிலைகளும், அங்கு உண்டாகும் மாறுதல்களும் புவியின் மேலோட்டைப் பாதிக்கக்கூடும். ஆகையால் இப்பிரச்னைகளைப் பற்றி விரிவான ஆராய்ச்சி தொடர்ந்து நடத்தப்பட்டால்தான் உறுதியான முடிவுக்கு வரமுடியும். ஒவ்வொரு கருத்தும் பல ஆராய்ச்சிகளுக்கு அடிப்படையாக இருக்கிறது. புவியைப் பற்றி அறியவேண்டும் என்ற மனிதனுடைய ஆவலுக்கு முடிவே இல்லையெனலாம்.

24. மலையமைதல்

புவிப்பரப்பிலுள்ள நிலத்தோற்றங்களில் தனிச்சிறப்புடன் விளங்குபவை, மலைகள் ஆகும். மலைகள் மிக உயரமானவை போல் தோன்றினாலும், புவிக்கோளத்தின் பரப்பில் அவை மிகச் சிறிய ஒழுங்கீனங்களாகக் காணப்படுகின்றன. புவிக் கோளத்தின் விட்டம் சுமார் 1,28,000 கி. மீ. ஆகும். ஆனால், மிக உயர்ந்த மலைத்தொடரின் உச்சியின் உயரம் 8,800 மீ.க்குக் குறைவாகவே உள்ளது. அவைகள் தோன்றும் முறையைக் கொண்டு மலைகளை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. மடிப்பு மலைகள் (Folded mountains). 2. பிண்டமலைகள் (Block mountains). 3. எரிமலைகள். 4. மீதி மலைகள் (Residual mountains). மடிப்பு மலைகளும், பிண்ட மலைகளும் புவி அசைவுகளால் ஏற்படுகின்றன. புவியின் உள்ளிருந்து பாறைக்குழம்பு வெளிப்படுவதால் தோன்றும் மலைகள் எரிமலைகள் ஆகும். நிலப்பரப்பு அரிக்கப்படும்போது அரிப்பு வீதத்திலுள்ள வேறுபாடுகளால், சிலவிடங்கள் பள்ளத்தாக்குகளாகவும், சிலவிடங்கள் மலைகளாகவும் தோன்றுகின்றன. சுற்றியுள்ள நிலப்பரப்பு எளிதில் அரிக்கப்படுவதால், அரிக்கப்படாமல் உள்ள பகுதி மீதி மலையாக உருவாகிறது.

புவி அசைவுகள் இருவகையானவை. புவியின் மேலோடு சிலவிடங்களில் உயர்த்தப்பட்டும், மற்றுஞ் சிலவிடங்களில் தாழ்த்தப்பட்டும் இருப்பதைக் காணலாம். புவியின் உள்ளிருந்து இயங்கும்விசைகள் செங்குத்தாகச் செயல்படும்போது சில பகுதிகள் உயர்த்தப்படுகின்றன. ஆப்ரிக்காவிலுள்ள பீடபூமிகள் இவ்வகையில் தோன்றியவை. இவ்வகையான செங்குத்து அசைவுகள் கண்டங்களின் ஆக்க (Epeirogenetic) அசைவுகள் எனப்படும். சிலவிடங்களில் புவியின் மேலடுக்குகள் கிடையாக இயங்கும் விசைகளால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளன. கிடையாக இயங்கும் விசைகளை இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு நிலப்பகுதியை இருபக்கங்களிலிருந்தும் எதிர் எதிராக

அமுக்கும் விசைகளை அமுக்க விசைகள் (Compressional forces) எனலாம். ஒரு நிலப்பகுதியை இருபக்கங்களில் இழுக்கும் விசைகளை இழுவிசைகள் (Tensional forces) எனலாம். இவ் விசைகளால் புவிப்பரப்பு, சிலவிடங்களில் சுருங்கியும் மற்ற விடங்களில் விரிந்தும் காணப்படுகிறது. கிடையாக இயங்கும் விசைகளின் காரணமாகத் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களில் முக்கியமானவை மடிப்பாலான மலைத்தொடர்களாகும். ஆகையால், இவ்வகையான புவி அசைவுகளை மலையாக்க அசைவுகள் (Orogenic movements) எனலாம்.

மடிப்பாலான மலைத்தொடர்கள் படிவுப்பாறைகளாலானவை. இப்படிவுப்பாறைகள் பெரும்பாலும் ஆழமற்ற கடல்தரையில் படிந்தவை. படிவுப்பாறைகளின் பருமன் பல ஆயிரம் அடிகளாக இருக்கும். இமயமலைத் தொடரில் உள்ள படிவுப்பாறைகளின் பருமன் 8,800 மீ.களுக்கு மேலாக இருக்கிறது. வட அமெரிக்காவிலுள்ள அப்பலேச்சியன் மலைத் தொடரில் படிவுப்பாறைகளின் பருமன் 12,000 மீ. களாகும். இப்படிவுப்பாறைகள் கடலின்கீழ்ப் படிவாகும்போது அவைகள் கிடையாக இருக்கின்றன. இப்படிவுப் பாறைகள் அமுக்க விசைகளால் பாதிக்கப்பட்டு மடிப்புப் பெறுகின்றன. மடிப் பாலான பாறைப்படைகளில் பொதுவாக மேல் வளைவுகளும் கீழ்வளைவுகளும் இருக்கும். ஒரு பக்கத்திலிருந்து அமுக்கவிசைகளின் செறிவு அதிகமானல், மேல்மடிப்புகள் அல்லது ஒன்றின் மேல் ஒன்ருகப் படிந்த மடிப்புகள் (Recumbent fold) உருவாகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் அமுக்கவிசைகளின் செறிவு அதிகமானல், பாறைகளின் படைகள் உடைந்துவிடுகின்றன. மடிப்பின் அச்சின் வழியாகப் பாறைகள் பிளவு பட்டு முன்னல் தள்ளப்படுகின்றன. இப்பிளவுகளை உதைப்புப் பிளவுகள் (Thrust fault) எனலாம். பிளவுபட்ட தளத்தை உதைப்புத்தளம் (Thrust Plane) எனலாம். உதைப்புத் தளத்தின் வழியாகத் தள்ளப்பட்ட பாறைப்படைகளை உதைப்புப் பிண்டங்கள் (Nappes) என்று கூறலாம். சில மலைத்தொடர்களின் அமைப்பு எளிதாய் இருக்கிறது. ஸ்விட்சர்லாந்திலுள்ள ஜுரா (Jura) மலைகளிலும், வட அமெரிக்காவிலுள்ள அப்பலேச்சியன் மலைத்தொடரின் சில பாகங்களிலும் மேல் வளைவுகளும் கீழ் வளைவுகளும் அடுத்தடுத்து இருக்கின்றன. இம்மலைகளில் மேல்மடிப்புகளும், உதைப்புப் பிளவுகளும் இல்லை. ஆனல் பொதுவாக மடிப்பாலான மலைத்தொடர்களின் அமைப்பு மிகவும் சிக்கலானது. வெவ்வேறு காலங்களில் உண்டான படிவுப்பாறை அடுக்குகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்ருக

மடிந்து, பிளவுபட்டும், பிளவுத்தளங்களின் வழியாகத் தள்ளப் பட்டும் இருக்கலாம். பல பிளவுத்தளங்களும் உதைப்புப் பிண்டங்களும் காணப்படும். சிலவிடங்களில் புதிய பாறை அடுக்குகளின் மேல் பழைய பாறை அடுக்குகள் தள்ளப்பட்டு, இவை புவிப்பரப்பில் தோன்றும். மடிப்புகள் ஏற்படுவதால் படிவுப்பாறைகள் அடங்கியிருந்த நிலத்தின் பரப்புச் சுருங்கி விடுகிறது. இமயமலைத்தொடர் ஏற்பட்டதால் முன்பிருந்த நிலப்பகுதியில் சுமார் 1,280 கி. மீ. அகலம் சுருங்கியிருக்கிறது என்று ஊகிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதாவது, இமயமலைத் தொடரிலுள்ள மடிப்புப் பாறைப்படைகளின் மடிப்புகளை நீக்கி, அவைகளைக் கிடையாக அமைத்தால் நிலப்பரப்பின் அகலம் 1,280 கி. மீ. அதிகரிக்கும். ஆப்ரிக்காவுக்கும் ஐரோப்பாவிற்கும் இடையே மலைத்தொடர்கள் ஏற்பட்டதால் நிலப்பரப்பின் சுருக்கம் சுமார் 1,600 கி. மீ. ஆகும்.

அழுக்க விசைகளால் பாறைகளின் அமைப்பு மாறுவ தோடு, பாறைகளின் தன்மைகளும் மாறுபடுகின்றன. பாறை கள் அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படுவதாலும், அவை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாகத் தள்ளப்படுவதாலும் வெப்பநிலையும் அதிகரிக் கிறது. முன்பிருந்த படிவுப்பாறைகள் மாற்றுருப் பாறை களாக மாறுகின்றன. மலைத்தொடர்களின் கீழே அதிக ஆழம் வரை படிவுப்பாறைகள் பரவியிருப்பதால், அவைகள் உருகி விடக்கூடும். உருகிய பாறைக்குழம்பு பிளவுகளின் வழியாக வெளிப்பட்டு எரிமலைகள் தோன்றுகின்றன. வெப்பமான பாறைக் குழம்புகளும், மற்ற திரவங்களும் பாறைப்படை களின் வழியாகப் பாய்வதால் பாறைகளின் இரசாயனக் கூறுகள் மாறிவிடுகின்றன. இவ்வகையில் மடிப்பாலான மலைத்தொடர்கள் உள்ள பிரதேசங்களில் பாறைகளின் அமைப்பிலும், இரசாயனக் கூறுகளிலும் பல சிக்கல்கள் காணப்படுகின்றன.

மடிப்பாலான மலைத்தொடர்கள் புவியின் வரலாற்றில் சில காலங்களில் மட்டும் தோன்றியிருந்தன. கேம்ப்ரியன் காலத்திற்குப்பிறகு மூன்று காலங்களில் மலைத்தொடர்கள் ஏற்பட்டன. இவைகளில் மிகப் பழமையானது கேலிடோ னியன் (Caledonian) மலையாக்கம் (Orogenesis) எனப்படும். ஸைலூரியன் (Silurian) காலத்தின் பிற்பகுதியிலும், டெவோ னியன் (Devonian) காலத்தின் முற்பகுதியிலும் கேலிடோனி யன் மலைத்தொடர்கள் தோன்றின. இதையடுத்துப் பெர்மி யன் (Permian) மற்றும் கார்பானிபரஸ் (Carboniferous) காலத்

தில் மலைத்தொடர்கள் தோன்றின. இவை ஹெர்சினியன் (Hercynian) மலையாக்கத்தைச் சேர்ந்தவை. புவியின் வரலாற்றில் அண்மையில் ஏற்பட்ட மலைத்தொடர்கள் ஆல்ப்பைன் (Alpine) மலையாக்கத்தைச் சேர்ந்தவை. இவை டெர்ஷியரி காலத்தில் உருவாயின. புவிப்பரப்பில் உள்ள பெரும்பாலான மிக உயர்ந்த மலைத்தொடர்கள் இக்காலத்தில் தோன்றியவை. ஹெர்சினியன் மற்றும் கேலிடோனியன் மலையாக்கத்தைச் சேர்ந்த மலைத்தொடர்கள் நீண்டகாலம் அரிக்கப் பட்டவையாதலால் அவைகளின் உயரம் மிகக் குறைந்து இருக்கிறது. உதாரணமாக இந்தியாவிலுள்ள ஆரவல்லி (Aravalli) மலைத்தொடர் கேம்ப்ரியன் காலத்திற்கு முன்பு தோன்றியது. அப்பொழுது அது இமய மலைத் தொடரைப்போல உயர்ந்தும் நீண்டும் இருந்தது. க்ரெடேஷியஸ் (Cretaceous) காலத்திற்கு முன் இப்பகுதி ஒரு அரிப்பாலான சமநிலமாக இருந்தது. இச்சமநிலம் உயர்த்தப்பட்டு மறுபடியும் அரிக்கப்பட்டுத் தற்போதுள்ள நிலையை அடைந்திருக்கிறது. பழைய மலைத்தொடர்கள் அரிக்கப்பட்டுச் சமநிலம் தோன்றியபோதிலும், பாறைகளின் அமைப்பிலிருந்து முன்பிருந்த மலைத்தொடர்களின் பரவலை அறியமுடியும்.

கேலிடோனியன் மலைத்தொடர்கள் வடமேற்கு ஐரோப்பாவில் பல இடங்களில் இருக்கின்றன. ஸ்காட்லாந்தின் வடமேற்குப்பகுதியிலும், வேல்ஸ் பகுதியிலும், வடமேற்கு ஐர்லாந்திலும் இம்மலைத்தொடர்கள் உள்ளன. நார்வேயிலும், அதையடுத்த ஸ்பிட்ஸ்பெர்கென் (Spitzbergen) தீவிலும் இம்மலைத்தொடர்கள் பரவியுள்ளன. ஆசியாவில் சைபீரியாவிலும், ஆப்பிரிக்காவில் ஸஹாரா பாலைவனத்தின் தெற்குப் பகுதியிலும், ஆஸ்திரேலியாவில் நியூசவுத்வேல்ஸ் (New South Wales) பகுதியிலும், வட அமெரிக்காவில் கிழக்குக் கடற்கரையை அடுத்தும், தென் அமெரிக்காவில் ப்ரேஸில் நாட்டிலும் கேலிடோனியன் மலைத்தொடர்களைக் காணலாம்.

ஹெர்சினியன் மலைத்தொடர்களும் எல்லாக் கண்டங்களிலும் பரவியிருக்கின்றன. ஐரோப்பாவில் இம்மலைத் தொடர்களின் பகுதிகள் தனித்து நிற்கும் பிண்டங்களாகக் காணப்படுகின்றன. ஸ்பெயின் தேசத்தில் மெசேடா (Meseta) பீடபூமி, பிரான்ஸில் பிரிட்டனி (Brittany), மத்திய பீடபூமி (Central plateau), ஜெர்மனியில் ரைன் (Rhine) நதியை அடுத்த பகுதிகள், வாஸ்ஜெஸ் (Vosges) மற்றும் ப்ளேக் ஃபாரஸ்ட் (Black Forest), பொஹிமியா (Bohemia), ஸோவியத் நாடுகளில்

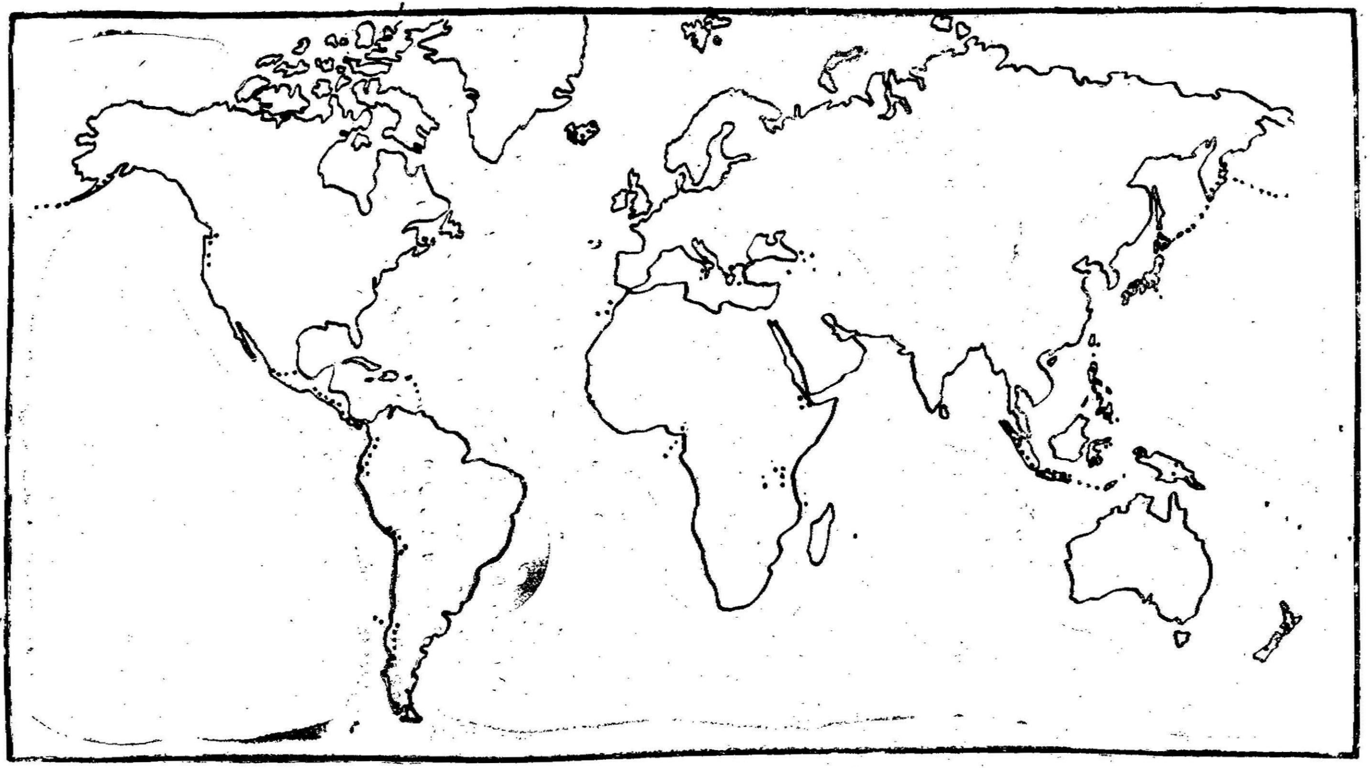
யூரல் (Ural) மலைத்தொடர், டோனெட்ஸ் (Donetz) பிரதேசம் முதலியவை ஹெர்சினியன் மலைத்தொடர்களாலானவை. பிரிட்டிஷ்தீவுகளில் தென்மேற்கு ஐர்லாந்திலும், தெற்கு வேல்ஸிலும், கார்ன்வால் (Cornwall) பிரதேசத்திலும் இக்காலத்திய மலைத்தொடர்கள் இருக்கின்றன. மத்திய ஆசியாவிலுள்ள டியான் ஷான் (Tian Shan), ஆல்டை (Altai), ஸாயன் (Sayan), ஆலை (Alai) முதலிய மலைத்தொடர்களும், சீனாவில் சின்லிங் ஷான் (Tsingling Shan) பகுதியும், ஆஸ்திரேலியாவின் கிழக்கு மலைத்தொடர்களும், ஆப்பிரிக்காவில் வடமேற்குப் பாகத்திலுள்ள மலைகளும் ஹெர்சினியன் காலத்தில் தோன்றியவை. வட அமெரிக்காவில் அப்பலேச்சியன் மலைத்தொடர்களும், தென் அமெரிக்காவில் ஆண்டீஸ் மலைத்தொடர்களின் பகுதிகளும் ஹெர்சினியன் மலைத்தொடர்களைச் சேர்ந்தவை.

ஆல்ப்பைன் மலையாக்கத்தைச் சேர்ந்த மலைத்தொடர்கள் மிக உயர்ந்தும், தொடர்ச்சியாகவும் பரவியிருக்கின்றன. இவைகளை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. பசிபிக் பெருங்கடலைச் சுற்றியுள்ள மலைத்தொகுதி (Circum Pacific mountain system), 2. ஆல்ப்பைன் - இமயமலைத்தொகுதி (Alpine-Himalayan system). பசிபிக் பெருங்கடலைச் சுற்றியுள்ள மலைத்தொகுதியில் வட அமெரிக்காவிலுள்ள ராக்கிஸ் மலைகளும், தென் அமெரிக்காவிலுள்ள ஆண்டீஸ் மலைகளும், ஆசியாக் கண்டத்தின் கிழக்கிலுள்ள தீவுத்தோரணங்களும் அடங்கியுள்ளன. ஆல்ப்பைன் இமயமலைத் தொகுதியில், ஐரோப்பாவில் பிரனீஸ் (Pyrennees), ஆல்ப்ஸ், கார்பேதியன்ஸ் (Carpathians), பால்கன் (Balkan), காக்கஸஸ் (Caucasus), அபினைன்ஸ் (Apennines), டினாரிக் (Dinaric) முதலிய மலைத்தொடர்கள் அடங்கியுள்ளன. ஆசியாவில் பாண்டஸ் (Pontus), டாரஸ் (Taurus), எல்பர்ஸ் (Elburz), ஜாக்ராஸ் (Zagros), ஹிந்துகுஷ் (Hindukush), ஸுலைமான் (Sulaiman), இமயமலை, அரகன் யோமா (Arakanyoma), அந்தமான் நிகோபார் தீவுகள், கிழக்கு இந்தியத்தீவுகள் முதலியவை டெர்ஷியரி காலத்தில் தோன்றியவை. பசிபிக்கடலைச் சுற்றியுள்ள மலைத்தொகுதியும், ஆல்ப்பைன் - இமயமலைத் தொகுதியும் கிழக்கு இந்தியத் தீவுகளில் இணைந்துவிடுகின்றன.

மலையமைதலைப் பற்றிய கருத்துக்கள்

ஜெஃப்ரீஸுடைய கொள்கை

புவிக்கோளம் குளிர்ச்சியடைந்து வருவதால், அது சுருங்கிக்கொண்டே வருகிறது. மேலடுக்கு முதலில் குளிர்ச்சி



படம்—119. ஆல்ப்பைன் மலையாக்கத்தைச் சேர்ந்த மலைத்தொடர்களின் பரவல்

யடைந்து கெட்டியாகிவிட்ட பிறகு கீழேயுள்ள அடுக்குக் குளிர்ந்து சுருங்கினால், மேலடுக்கு, கீழேயுள்ள அடுக்கின் மேல் பொருந்தாது. ஆகையால், மேலேயுள்ள அடுக்குச் சிலவிடங்களில் சுருங்கி மடிப்புகள் ஏற்படும். இம்மடிப்புகள்தாம் மலைத்தொடர்களாகும். இக்கொள்கை மிகப் பழமையானது. ஆப்பிள் பழம் உலர்ந்து விட்டால் அதன் தோலில் ஏற்படும் சுருக்கங்களைப் புவியின் மேலோட்டில் மடிப்புகள் தோன்றும் வகைக்கு உதாரணம் கூறினார்கள்.

இக்கொள்கையைப் புதிய சான்றுகளுடன் ஜெ∴ப்ரீஸ் விவரித்தார். அவர் புவியின் மேலோட்டில் உள்ள பாறைகளில் கதிரியக்கப் பொருள்களால் உண்டாகும் வெப்பத்தையும் கணக்கிட்டு, புவியின் வெவ்வேறு அடுக்குகள் எந்த விகிதத்தில் குளிர்ச்சியடைகின்றன என்று அறிவித்தார். புவியின் மையப்பகுதி குளிர்ச்சியடையவில்லை என்றும், மேல் அடுக்குகளில், ஒவ்வொரு அடுக்கும் அதற்குக் கீழேயுள்ள அடுக்கைவிடக் குளிர்ச்சியடைந்துள்ளது என்றும் கூறினார். புவியின் மேலோடு கெட்டியாயிருப்பதால், அது குளிர்ச்சியடைவதும், சுருங்குவதும்முடியாது. கீழேயுள்ள அடுக்குகள் திரவநிலையில் இருப்பதால், அவை குளிர்ச்சியடைந்து சுருங்கி விடுகின்றன. கெட்டியான மேலோட்டிற்குக் கீழேயுள்ள பகுதி சுருங்கிவிடுவதால் மேலோடு கீழேயுள்ள அடுக்கின் மேல் பொருந்தாமல் பெரிதாக இருக்கும். ஆகையால், மேலோட்டில் அதிக அழுத்தம் ஏற்பட்டுச் சில பாகங்கள் மடிந்தும், மற்றுஞ் சில பிளவுபட்டும் மேலோட்டின் பரப்புச் சுருங்கி விடக்கூடும். ஜெ∴ப்ரீஸுடைய ஆராய்ச்சியின் பயனாக, புவியின் 400 கி. மீ. தடிப்பான மேற்பகுதியில் வெப்பநிலை சராசரி 500°C வீதத்தில் குளிர்ச்சியடைகிறது. இதனால் புவிக்கோளத்தின் ஆரத்தில் 20 கி. மீ. அல்லது சுற்றளவில் 130 கி. மீ. குறைந்துவிடும். வெப்பநிலை குறைவதால் மட்டுமல்லாமல், திரவநிலையிலுள்ள பாறைகள் படிகங்களாக மாறும்போதும், அவைகளிலிருந்து வாயுக்களும், நீரும் வெளிப்படும்போதும் பாறைகள் சுருங்குகின்றன. இவ்வகையில் ஏற்படும் சுருக்கத்தின் அளவையும் எடுத்துக்கொண்டால் புவியின் சுற்றளவின் மொத்தச் சுருக்கம் 200 கி. மீ. என்று கணக்கிட்டார். மலைத்தொடர்களில் காணப்படும் சுருக்கத்தின் அளவை மதிப்பிட்டுப் பார்த்ததில், ஜெ∴ப்ரீஸ் கணக்கிட்ட அளவை விட மிக அதிகமாகப் புவியோடு சுருங்கியிருக்கிறது என்று தெரிய வருகிறது.

புவியின் மேல் அடுக்குகள் குளிர்ச்சியடைவதால் புவியின் மேலோட்டில் எல்லாப்பாகங்களிலும் அமுக்கவிசைகள் ஒரே அளவாகப் பரவி இருக்கும். இதனால் ஏற்படும் மடிப்புகள் எல்லாப் பகுதிகளிலும் பரவியிருக்கவேண்டும். ஆனால், ஒவ்வொரு மலையாக்கக் காலத்திலும், சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் தான் மடிப்பாலான மலைகள் தோன்றியுள்ளன. புவியின் வரலாற்றில் குறிப்பிட்ட காலங்களில் மட்டும் மலைகள் உண்டானதையும் ஜெஃப்ரீஸ் விளக்கினார். குளிர்ச்சியடைவதால் ஏற்படும் அமுக்க விசைகள் படிப்படியாக அதிகமாகின்றன. இவ்விசைகளின் செறிவு மேலடுக்கிலுள்ள பாறைகளின் வலிமையைவிட அதிகமானால், மேலடுக்கிலுள்ள பாறைகள் மடிப்புப் பெற்றுவிடுகின்றன. இதனால் இவ்விசைகளின் ஆற்றலும் செலவிடப்படுகிறது. மீண்டும் இவ்விசைகள் படிப்படியாக அதிகமாகின்றன. இதற்கு நீண்ட காலம் வேண்டியிருக்கும். இக்காலத்தில் மலைகள் ஏற்படுவதில்லை. மீண்டும் விசைகளின் செறிவு பாறைகளின் வலிமையைவிட அதிகமானால் மலைத் தொடர்கள் உருவாகலாம். பாறைகளின் தன்மைகளையும், விசைகளின் அளவையும் மதிப்பிட்டுப், புவியின் வரலாற்றில் ஐந்து காலங்களில் மலையாக்கம் ஏற்பட்டிருக்கவேண்டும் என்று கூறினார். புவிக்கோளம் குளிர்ச்சியடையும் வீதம், புவியின் வரலாற்றின் முற்பகுதியில் அதிகமாயும், பிறகு குறைந்தும் இருக்கவேண்டும். ஆகையால், முதலில் ஏற்பட்ட மலையாக்கக் காலங்களுக்கு இடையே குறைந்த கால இடைவெளியும், பிறகு ஏற்பட்ட மலையாக்கங்களுக்கு இடையே நீண்ட கால இடைவெளியும் இருக்கவேண்டும். ஆனால் மலையாக்கம் தற்போது குறைந்த அளவிலும் மெதுவாகவும் இயங்குகிறது என்பதற்குப் போதிய சான்றுகள் இல்லை.

ஜியோசிங்க்ளின் கொள்கை

மடிப்பாலான மலைத்தொடர்களில் பல ஆயிரக்கணக்கான அடிகள் தடிப்பான படிவுப்பாறைகள் உள்ளன. இப்படிவுப் பாறைகளின் ஃபாஸில்களிலிருந்து இவை பெரும்பாலும் அதிக ஆழமற்ற கடலில் படிந்தவை என்று கூறலாம். ஆகையால் மலைத்தொடர்கள் இப்பொழுதுள்ள பாகங்களில் நீண்ட குறுகிய ஆழமற்ற கடல் முன்பு இருந்திருக்கவேண்டும். இக்கடலையடுத்துள்ள நிலத்திலிருந்து ஆறுகளாலும், மற்ற அரிப்புச் செய்முறைகளாலும் கொண்டுவரப்பட்ட பொருள்கள் இக்கடலில் படிவதால் சில காலத்திற்குள் இக்கடல் வண்டலால் நிரப்பப்பட்டுவிடும். ஆனால், பல ஆயிரக்கணக்கான அடிகள்

தடிப்பான வண்டற் படிவுகள் குவியவேண்டுமானால், கடலின் தரையும் மெதுவாகத் தாழ்த்தப்படவேண்டும். இவ்வகையில் நீண்டகாலம் மெதுவாகத் தாழ்த்தப்பட்ட பகுதிகள் ஜியோ சிங்க்ளைன் (Geosyncline) எனப்படும். படிவுகளின் அழுத்தத் தால் மட்டும் கடலின் தரை தாழ்த்தப்படுவதில்லை. ஜியோ சிங்க்ளைன் ஏற்படுவதற்குப் புவியின் கீழ் அடுக்குகளில் இயங் கும் விசைகள்தாம் காரணம். இவ்விசைகள் புவியோட்டின் ஒரு நீண்ட பகுதியைக் கடல் மட்டத்தின் கீழ்த் தாழ்த்திவிடு வதால், அப்பகுதியில் படிவுகள் ஏற்படுகின்றன. நிலப்பகுதி தாழ்த்தப்படும் வீதம் மிகவும் குறைந்து காணப்படுகிறது. அப்பலேச்சியன் ஜியோசிங்க்ளைன் 300 மில்லியன் ஆண்டு களில், 12,000 மீ. தாழ்த்தப்பட்டது. தாழ்த்தப்படும் வீதம் சுமார் 7,500 ஆண்டுகளுக்கு 30 செ. மீ. ஆகும். ஜியோசிங்க்ளை னுக்கு அடுத்துள்ள நிலப்பரப்பிலிருந்து போதிய அளவு பொருள்கள் அரிக்கப்பட வேண்டுமானால் அந்நிலப்பரப்பும் உயர்ந்துகொண்டேயிருக்கவேண்டும். நிலப்பரப்பு உயராமல் ஒரே நிலையில் இருந்தால், அது ஓர் அரிப்பாலான சமநிலமாக மாறிவிடக்கூடும். இந்நிலையில் ஜியோசிங்க்ளைனுக்கு வந்து சேரும் வண்டலின் அளவு மிகக் குறைந்துவிடும். புவியின் மேலோட்டின் ஒரு பாகம் உயர்த்தப்பட்டும் அதையடுத்த மற்றொரு பாகம் தாழ்த்தப்பட்டும் இருப்பதால், இவ்விரண் டிற்கும் இடையே பிளவுகள் ஏற்படக்கூடும். இப்பிளவுகளின் வழியாகப் பாறைக்குழம்பு வெளிப்பட்டு, லாவா அடுக்குகள் படிவுகளின் மேல் அமைந்துவிடக்கூடும். சில ஜியோசிங்க்ளைன் களில் படிவான பாறை அடுக்குகளில் லாவா அடுக்குகளும் இருக்கின்றன.

ஜியோசிங்க்ளைன் முழுவதும் ஒரே நிலையில் படிவுகள் குவிந்திருக்க முடியாது. ஜியோசிங்க்ளைன்களின் ஓரங்களில் நிலத்திலிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட பெரிய துகள்கள் படிவாகின்றன. இவ்விடங்களில் கடல்மட்ட மாற்றங்களும் நிகழக்கூடும். ஆகையால் படிவுப்பாறைகளில் தொடர்ச்சி யிருக்காது. முதலில் படிவான பாறைகள் நிலமாக மாறி விடும்போது இப்பாறைகள் அரிக்கப்பட்டுவிடக்கூடும். கடல் மட்ட மாற்றங்களால், ஆழம் அதிகமாகும்போது நுண்ணிய பொருள்களாலான படிவுகளும் ஆழம் குறையும்போது பெரிய அளவுள்ள பரல் போன்ற படிவுகளும் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாகப் படிந்துவிடும். இவ்வகையில், படிவாகும் பாறை களின் தன்மையிலும் மாறுதல்கள் இருக்கும். ஜியோசிங்க் ளைன்களின் நடுப்பாகத்தில் ஆழம் அதிகமாயுள்ளதால் அங்கு

மிகவும் நுண்ணிய பொருள்கள் படிவாகின்றன. கடல்மட்ட மாற்றங்கள் இப்பகுதியைப் பாதிப்பதில்லை. படிவுகள் தொடர்ச்சியாகப் படிகின்றன. படிவுகளின் தன்மையும் மாறுமல் பெரும்பாலும் ஒரே வகையாக இருக்கும். மலைத் தொடர்களிலுள்ள பாறைகளைக்கொண்டு, அவை ஜியோசிங்க் ளைனின் எப்பகுதியில் படிவானவை என்று ஊகிக்கமுடியும்.

ஜியோசிங்க்ளைனை அடுத்து உள்ள நிலப்பரப்புகளை முன் நிலப் பகுதிகள் (Forelands) எனலாம். ஆப்பிரிக்காவுக்கும், ஐரோப்பாவுக்கும் இடையேயிருந்த ஜியோசிங்க்ளைனில் படிவான பாறைகள் மடிப்புப் பெற்றதால் ஆல்பைன் மலைத் தொடர்கள் தோன்றின. ஆகையால் ஆப்பிரிக்காவும், ஐரோப் பாவும் முன் நிலப்பகுதிகள் ஆகும். முன் நிலப்பகுதிகள் எதிர் எதிராக அசையும்போது, ஜியோசிங்க்ளைனிலுள்ள படிவுகள் மடிக்கப்படுகின்றன. படிவுப்பாறைகளின் பெரும்பகுதி கீழே தள்ளப்பட்டு மலைகளின் ஆழமான வேர்களாக அமைந்து விடுகின்றன. ஜியோசிங்க்ளைனிலுள்ள மேல் அடுக்குகள் மடிக்கப்பட்டு மலைகளாகின்றன. முன்நிலப்பகுதிகள் எதிர் எதிராக நகரும்போது, இப்பகுதிகளை அடுத்து அமுக்க விசையின் செறிவு அதிகமாயிருப்பதால், அவ்விடங்களி லுள்ள படிவுகள் அதிகமாய்ப் பாதிக்கப்படுகின்றன. இங்கு மடிப்புகளும், மேல் மடிப்புகளும், பிளவுகளும் உண்டாகின் றன. ஜியோசிங்க்ளைனுடைய ஓரங்களில் உள்ள படிவுகள் மட்டும் இவ்வகையில் மடிப்புப்பெற்று மலைத்தொடர்களாக மாறுகின்றன. ஜியோசிங்க்ளைனுடைய நடுப்பகுதியில் உள்ள பாறைப்படைகள் அமுக்க விசைகளால் அதிகமாய்ப் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கின்றன. இதை மலையிடைப்பகுதி (Median mass) எனலாம். மலையிடைப்பகுதியின் இரண்டு பக்கங்களிலும் மலைத்தொடர்கள் இருக்கும்.

மலையிடைப்பகுதி பீடபூமியாகவோ, சமவெளியாகவோ, கடற்பகுதியாகவோ இருக்கலாம். துருக்கியில் வடக்கிலுள்ள பாண்டஸ் (Pontus) மலைத்தொடருக்கும், தெற்கிலுள்ள டாரஸ் (Taurus) மலைத்தொடருக்கும் இடையே அனடோலியா (Anatolia) பீடபூமி இருக்கிறது. இப்பீடபூமி மலையிடைப் பகுதியாகும். இமயமலைத் தொடருக்கும், குவென்லுன் (Kwenlun) மலைத்தொடருக்கும் இடையே உள்ள மலையிடைப் பகுதி திபெத் பீடபூமியாக இருக்கிறது. ஹங்கேரி நாட்டுச் சமவெளி கார்பேத்தியன் மலைத்தொடருக்கும், டினாரிக் மலைத் தொடருக்கும் இடையே உள்ள மலையிடைப்பகுதியாகும்.

மத்திய தரைக்கடலின் மேற்குப்பாகம் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழ்த் தாழ்த்தப்பட்ட மலையிடைப்பகுதியாக உள்ளது. இதைச்சுற்றி மடிப்பாலான மலைத்தொடர்கள் உள்ளன. மத்திய அமெரிக்காவிலுள்ள மலைத்தொடர்களுக்கும், மேற்கு இந்தியத் தீவுத் தோரணத்திற்கும் இடையே உள்ள கரிப்பியன் கடல் (Caribbean Sea) தாழ்த்தப்பட்ட மலையிடைப்பகுதிக்கு மற்றொரு உதாரணமாகும். சிலவிடங்களில் ஜியோசிங்க்ளைனுடைய ஓரங்களில் தோன்றி இருமலைத்தொடர்களும் அதிக அழுத்தத்தால் ஒன்றாக இணைந்துவிடுகின்றன. அங்கு மலையிடைப் பகுதியைக் காண முடியாது. ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரின் சிலபாகங்கள் இம்மாதிரி அமைப்பை உடையவை. மற்றும்சிலவிடங்களில் இரண்டு முன் நிலப்பகுதிகளில் ஒன்று நிலையாக அசையாமல் இருந்து, மற்றொன்று இந்நிலப் பகுதியை நோக்கி நகர்ந்ததால், ஜியோசிங்க்ளைனிலுள்ள படிவுகள் மடிப்புப் பெற்ற மலைகளாக மாறியிருக்கக்கூடும். அம்மாதிரி தோன்றிய மலைத்தொடர்களில் ஒரு பக்கத்திலிருந்து அதிக அழுத்தத்தால் பாறைப் படைகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக மடிந்தும் பிளவுபட்டு முன்னே தள்ளப்பட்டும் காணப்படுகின்றன. ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரின் அமைப்பிலிருந்து அவை தெற்கிலிருந்த முன்நிலப்பகுதி ஆப்ரிக்கா வடக்கே நகர்ந்ததால் தோன்றியவை என்று கூறமுடியும். ஜியோசிங்க்ளைனுடைய தெற்குப் பாகத்தில் படிவான பாறைப்படைகள் மடிப்பு அச்சின் வழியாகப் பிளவுபட்டு உதைப்புப் பிண்டங்களாக வடக்கே தள்ளப்பட்டுள்ளன.

ஒரே பக்கத்திலிருந்து ஏற்படும் அமுக்க விசைகளால் தோன்றிய மலைத்தொடர்களைத் தீவுத்தோரணங்களிலும் (Islandcars) காணலாம். தீவுத்தோரணங்கள் கண்டங்களில் உள்ள மலைத்தொடர்களைப் போலவே வில்வளைவு (Arc) வடிவமாய் உள்ளன. ஆழமான உதைப்புத்தளம் (Thrust plane) புவிக்கோளத்தை வெட்டும்போது, புவிப்பரப்பில் வில்வளைவு போன்று உதைப்புத்தளம் அமையும். உதைப்புத்தளத்தின் வழியாகப் பாறைப்படைகள் நகர்ந்து மடிப்புகளாக மாறக் கூடும். இமயமலைத் தொடரின் தெற்கு விளிம்பில் ஓர் உதைப்புத்தளம் காணப்படுகிறது. இதன் வழியாகப் பாறைப்படைகள் தெற்கே நகர்ந்துள்ளன. மலைத்தொடர்கள் மற்றும் தீவுத்தோரணங்களின் வில்வளைவுகளின் ஆரங்களை அளந்து பார்த்தால் உதைப்புத்தளத்தின் சாய்வுக் கோணத்தை அறிய முடியும். கிழக்கு ஆசியாவிலுள்ள தீவுத்தோரணங்களைக் குறிக்கும் வில்வளைவுகளின் மையத்தைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தில்

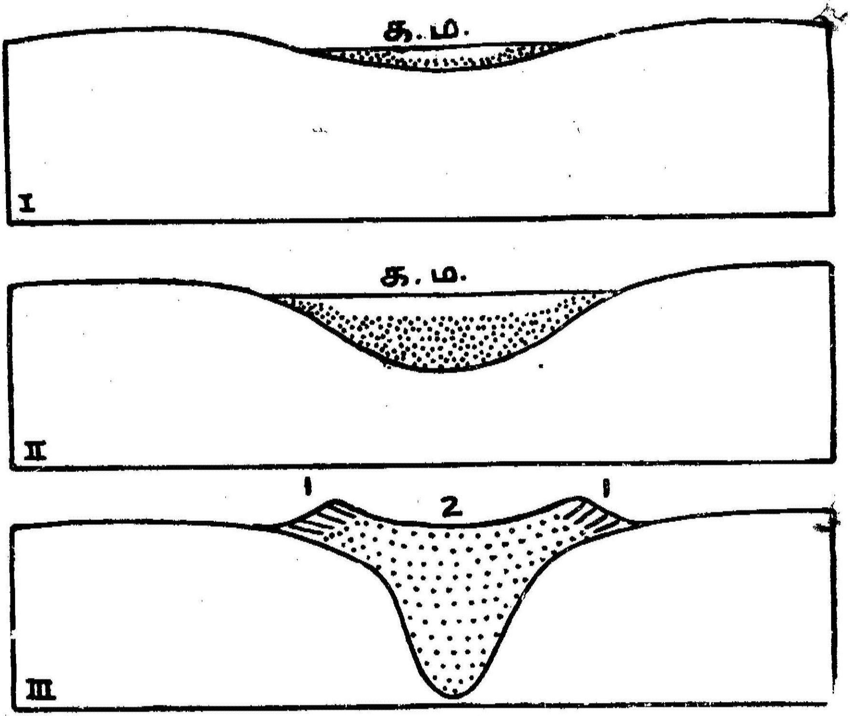
இம்மையங்கள் ஒரு பெருவட்டத்தில் (Great Circle) அமைந்திருக்கின்றன என்று லேக் (P. Lake) கூறினர். உதைப்புத் தளங்களின் சாய்வுக்கோணங்களிலிருந்து கிழக்கு ஆசியாவில் நிலப்பகுதி பசிபிக் கடலின் தரையின் மேல் தள்ளப்பட்டிருக்கிறது என்று கூறமுடியும். இதைப்போலவே கிழக்கு இந்தியத் தீவுத் தோரணங்கள், இமயமலைத்தொடர், பாரசீகத்திலுள்ள மலைத்தொடர்கள், இவைகளின் அமைப்பிலிருந்து ஆசியாவின் தெற்குப் பகுதி இந்தியப் பெருங்கடலின் தரையின் மேல் தள்ளப்பட்டிருக்கிறது என்றும் கூறமுடியும். ஆசியாவின் ஒரு பகுதி கிழக்கேயும் மற்றொரு பகுதி தெற்கேயும் நகர்ந்திருக்கிறது என்று சொல்வதைவிட, கடற்பகுதிகள் ஆசியாவை நோக்கி நகர்ந்திருக்கின்றன என்பது பொருத்தமானது. பிளவுத்தளங்களின் வழியாகக் கடல்களின் தரைப் பகுதி கீழே தள்ளப்பட்டிருக்கிறது. இதனல் நிலப்பகுதி உயர்ந்து, அமுக்கவிசைகளால் மடிந்துவிட்டிருக்கிறது. தீவுத்தோரணங்களின் தோற்றத்தைப் பற்றி டெய்லர் மற்றும் வெகனருடைய கொள்கைகள் வேருனவை.

மலையாக்கத்தின் நிலைகள்

மலையாக்கத்தை மூன்று நிலைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதலில் புவியின் மேலோடு தாழ்த்தப்பட்டு ஜியோசிங்க்ளைன் ஏற்படுகிறது. இந்த நீண்ட பள்ளத்தில் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே படிவுகள் அமைகின்றன. ஜியோசிங்க்ளைன் மெதுவாகத் தாழ்த்தப் படுவதால் படிவுகளின் பருமன் அதிகரிக்கிறது. இரண்டாவது நிலையில் முன் நிலப்பகுதிகள் நகர்வதால், படிவுகள் மடிப்புப் பெற்றும் பிளவு பட்டும் சுருங்கிவிடுகின்றன. படிவுகளின் பெரும் பகுதி கீழே தள்ளப்பட்டு ஆழமான வேர்போல் மாறுகிறது. மூன்ருவது நிலையில், மடிப்புகளை ஏற்படுத்திய அமுக்க விசைகள் நின்றுவிடுவதால், மடிப்பாலான படிவுப்பாறைகள் சமநிலையை அடையும் வகையில் உயர்கின்றன. இதனல்தான் மலைத்தொடர்களில் அதிகமான உயரம் ஏற்படுகிறது. இம்மூன்று நிலைகளும் முடியப் பல மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகின்றன. ஆல்பைன் இமய மலைத் தொகுதியைச் சேர்ந்த மலைத்தொடர்கள் இன்னும் உயர்ந்துகொண்டே இருக்கின்றன. அவைகள் இன்னும் சமநிலையை அடையவில்லை.

மலையாக்கத்தின் மூன்று நிலைகளையும் புவியின் உள் அடுக்குகளில் இயங்கும் வெப்பச் சலன ஓட்டங்களின்

பரவலைக் கொண்டு ஹோம்ஸ் (Holmes) விளக்கினார். புவியின் மேலோட்டில் கதிரியக்கத்தை உண்டுபண்ணும் பொருள்கள் அதிக அளவில் இருக்கின்றன. கீழ் அடுக்குகளிலும் இப் பொருள்கள் சிறிதளவாவது இருக்கக்கூடும் என்று ஹோம்ஸ்



படம்—120. மலையாக்கத்தின் நிலைகள்.

I. புவியின் மேலோடு தாழ்த்தப்பட்டு ஜியோசிங்க்ளைன் ஏற்படுகிறது.

II. ஜியோசிங்க்ளைன் மேலும் தாழ்த்தப்பட்டுப் படிவுகளின் பருமன் அதிகரிக்கிறது.

III. படிவுகள் மடிப்புப் பெற்றுச் சில விடங்களில் பிளவுபடுகின்றன 1. மலைத்தொடர்கள். 2. மலையிடைப்பகுதி.

கருதினார். இதனால் இந்த அடுக்குகளில் வெப்பநிலை அதிகரிக்க முடியும். மேலும் புவியின் மையப்பகுதியிலிருந்து அதன் மேலுள்ள அடுக்குகளுக்கு வெப்பம் பரவமுடியும். ஆகையால், புவியின் மேலோட்டிற்குக் கீழேயுள்ள அடுக்குகளில் படிப்படி

யாக வெப்பம் அதிகமாகலாம். வெப்பநிலை பரவுவதற்கு வெப்பச் சலன ஓட்டங்கள் உதவுகின்றன. இந்த ஓட்டங்கள் கீழே அதிக வெப்பநிலை உள்ள இடத்திலிருந்து மேலே உயர் கின்றன. அதிக வெப்பத்தால் விரிவடைந்து, அவைகளின் அடர்த்தி குறைந்துவிடுவதால் கீழேயுள்ள அடுக்கிலிருந்து பொருள்கள் மேலே உயர்ந்துவிடுகின்றன. உயரும் வெப்பச் சலன ஓட்டங்கள் புவியின் கெட்டியான மேலடுக்கின் கீழ்க் கிடை யாகப் பரவிக் குளிர்ச்சியடைந்து, மறுபடியும் வேறு இடத்தில் கீழே இறங்குகின்றன. இரு திசைகளிலிருந்துவரும் ஓட்டங் கள் சேர்ந்து கீழே இறங்கும் இடத்தில் அமுக்கவிசையால் புவியோடும் சிறிது தாழ்த்தப்பட்டுவிடும். இவ்வகையில் ஜியோசிங்க்ளேன் தோன்றுகிறது. கீழே இறங்கும் ஓட்டங் கள் தொடர்ந்து இயங்கிவரும்போது, ஜியோசிங்க்ளே னுடைய அடிப்பாகம் தொடர்ந்து தாழ்த்தப்படுகிறது. இதனல் அதிக அளவில் படிவுகள் படிந்துவிடுகின்றன. இரண்டாவது நிலையில், வெப்பச்சலன ஓட்டங்களின் செறிவு அதிகரிக்கிறது. புவியின் மேலடுக்குக்குக் கீழே இருதிசைகளிலிருந்துவரும் ஓட்டங்கள் வேகமாக நகர்வதால், மேலேயுள்ள நிலப் பரப்பும் எதிர் எதிராக நகர்ந்து, ஜியோசிங்க்ளேனில் உள்ள படிவுகள் மடிப்புப் பெறுகின்றன. ஜியோசிங்க்ளேனுக்குக் கீழே ஓட்டங்கள் இறங்குவதால், படிவுகளின் அடிப்பாகம் கீழே இழுக்கப்பட்டு ஆழமான வேர்போல் அமைந்து விடு கிறது. ஓட்டங்களின் செறிவு அதிகமாயுள்ள காலத்தில்தான் மேல் மடிப்புக்களும், பிளவுகளும், உதைப்புத் தளங்களும் உருவாகின்றன. இறுதியில் வெப்பச்சலன ஓட்டங்களின் வேகம் குறைந்துவிடுகிறது. ஏனெனில் கீழடுக்குகளின் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய ஒரே அளவில் இருக்கிறது. வெப்ப நிலையில் அதிக மாறுதல் இருந்தால்தான் வெப்பச் சலன ஓட்டங்களின் வேகம் அதிகமாயிருக்கும். வெப்பச் சலன ஓட்டங்களின் வேகம் குறைந்துவிட்டால், அழுத்த விசைகளும் நின்றுவிடுகின்றன. புவியின் மேலடுக்கும், மலைத்தொடரின் கீழ்ப்பகுதியும் கீழே இழுக்கப்படுவதில்லை. ஆகையால், மேலடுக்கும், மடிப்பாலான பாறைகளும் மெதுவாக உயர்ந்து விடுகின்றன. இது மலையாக்கத்தின் இறுதி நிலையாகும்.

புவியின் கீழ் அடுக்குகளில் வெப்பநிலை படிப் படியாக அதிகரித்து, வெப்பச் சலனம் ஏற்படுவதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட காலஅளவு தேவைப்படுகிறது. ஆகையால் ஒரு மலையாக்கத்

17

திற்கும் மற்றொரு மலையாக்கத்திற்கும் இடையே நீண்ட இடைக்காலம் இருக்கிறது. மலையாக்கம் ஏற்படுவதால் வெப்பநிலை பரவி விடுகிறது. புவியின் வரலாற்றில் ஏற்பட்ட மலையாக்கங்களுக்கு இடையே குறிப்பிட்ட இடைக்காலம் காணப்படுகிறது என்று ஹோம்ஸ் கருதுகிறார்.

25. எரிமலைகள்

புவிப்பரப்பில் உள்ள சிறு துவாரம் அல்லது பிளவின் வழியாகப் புவியின் கீழ் அடுக்குகளிலிருந்து மேக்மா முதலிய பொருள்கள் வெளிப்படுவதை எரிமலை எனலாம். மேக்மா வெளிப்படும்போது அதன் வெப்பநிலை அதிகமாய் இருப்பதாலும் அதிலுள்ள வாயுக்கள் எரிவதாலும், இப்பொருள்கள் ஓரிடத்தில் குவிந்து மலைபோல் தோற்றமளிப்பதாலும் இவற்றை எரிமலை என்கிறார்கள். எரிமலைகளில் சில, பலத்த சத்தத்துடன் வெடிக்கும் தன்மையுடையவை. சிலவற்றில் சத்தம் ஏதும் இல்லாமல் மேக்மா முதலிய பொருள்கள் வெளிப்படுகின்றன. எரிமலைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. உயிர்ப்பெரிமலை (Active valcano), 2. உறங்கெரிமலை (Dormant valcano), 3. அணைந்த எரிமலை (Extinct valcano). சரித்திர காலத்தில் மேக்மா முதலிய பொருள்களை ஒரு தடவையாவது கக்கிய எரிமலைகள் உயிர்ப்பெரிமலைகளாகும். உறங்கெரிமலைகள் தற்போது மேக்மா முதலிய பொருள்களைக் கக்காமல் உறங்கிக்கொண்டிருந்தாலும், மறுபடியும் விழித்து எழுந்து செயல்படக் கூடும்; அணைந்த எரிமலைகள் பழைய புவியமைப்புக் காலங்களில் உண்டானவை. அவைகள் இப்பொழுது செயல்படக்கூடிய நிலையில் இல்லை.

புவியின் உள் அடுக்குகளிலிருந்து வெளிவரும் மேக்மாவில் உருகிய பாறையைத் தவிரப் பல வாயுக்களும், ஆவிகளும் இருக்கின்றன. புவியின் உள்ளே அதிக அழுத்தம் இருப்பதால், வாயுக்களும், ஆவிப்பொருள்களும் உருகிய பாறைக் குழம்பில் கரைந்திருக்கும். மேக்மா குழாயின் வழியாக மேலே உயரும்போது அழுத்தம் குறைவதால், வாயுக்களும் ஆவிப்பொருள்களும் வெளிப்பட்டு விடுகின்றன. இதனால் சத்தமும் வெடிப்பும் (Explosions) ஏற்படுகின்றன. இவ்வாயுக்களில் சில எரியுந் தன்மையுடையவை. வெடிப்பு ஏற்படும்போது பாறைகள் உடைந்து பாறைத்துகள்களும் உண்டா

கின்றன. இவை பைரோகளாஸ்ட் (Pyroclast) எனப்படும். இவ்வகை எரிமலைகளின் வாயிலிருந்து திட, திரவ, வாயு நிலையிலுள்ள பொருள்கள் வெளிப்படுகின்றன.

எரிமலையிலிருந்து வெளிப்படும் வாயுக்களில் பொதுவாகக் காணப்படுவது நீராவியாகும். பாறைக்குழம்பில் நீராவி கரைந்து இருக்கும். மேக்மாவின் வெப்பத்தால் நில நீரும் ஆவியாக மாறி வெளிப்படலாம். எரிமலை வாயிலுள்ள (Crater) ஏரியின் நீரும் ஆவியாக மாறக்கூடும். நீராவி அதிக அளவில் வெளிப்பட்டு முகில்களாக மாறி, மேலே சென்று குளிர்ச்சியடைந்து பெருமழை பெய்யக்கூடும். நீராவியைத் தவிர, கரியமிலவாயு, நைட்ரஜன் (Nitrogen), ஸல்பர் டை ஆக்ஸைடு (Sulphur dioxide), ஹைட்ரஜன், க்ளோரின் முதலிய வாயுக்களும் வெளிப்படுகின்றன. இவ்வாயுக்கள் மேக்மாவில் கரைந்து இருப்பதால், மேக்மாவின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. வாயுக்கள் கரைந்துள்ள நிலையில் மேக்மா எளிதில் நகரக் கூடியதாயிருக்கும். வாயுக்கள் வெளிப்பட்ட பிறகு பாறைக் குழம்பு கெட்டியாகிவிடுகிறது. வாயுக்கள் மேக்மாவில் கரைந்துள்ளபோது அதன் அடர்த்தி குறைக்கப் படுவதால் மேக்மா அதிக உயரம் மேலே தள்ளப்படுகிறது. எரிமலை வாயிலிருந்து வெளிப்படும் வாயுக்கள் வளிமண்டலத்தில் கலந்துவிடுகின்றன. புவியின் கீழ் அதிக அழுத்தத்திலுள்ள வாயுக்கள் புவிப்பரப்பில் வெளிப்படும் போது அவற்றின் அழுத்தம் குறைந்துவிடுவதால், அவை விரிவடைந்து வெடிக்கும் சத்தம் உண்டாகிறது.

மேக்மாவில் கரைந்துள்ள வாயுக்களும் ஆவிப் பொருள்களும் வெளிப்பட்ட பிறகு புவிப்பரப்பில் தோன்றும் பாறைக் குழம்பு லாவா எனப்படும். லாவாவின் வெப்பநிலை அதன் இரசாயனச் சேர்க்கை வீதத்தைப் பொருத்து இருக்கும். பொதுவாக வெப்பநிலை உருகும் நிலையைக் காட்டிலும் மிக அதிகமாக இருக்காது. காரலாவா (Basic lava), அமில லாவாவை (Acid lava) விட அதிக வெப்ப நிலையில் இருக்கும். லாவாவின் வெப்பநிலை சுமார் 600°C முதல் 1200°C வரை வேறுபடும். லாவாவுடைய நகருந்தன்மை அதன் வெப்பநிலை, இரசாயனச் சேர்க்கைவீதம், மற்றும் அதில் கரைந்துள்ள வாயுக்களைப் பொருத்து இருக்கும். சிலிகா (Silica) அதிகம் கொண்ட அமில லாவா மெதுவாக நகருந்தன்மையுடையது. சிறிதுதூரம் நகர்ந்ததும் அது கெட்டியாகிவிடும். காரலாவா எளிதில் நகருந்தன்மையுடையது. லாவா நகரும் வீதம்

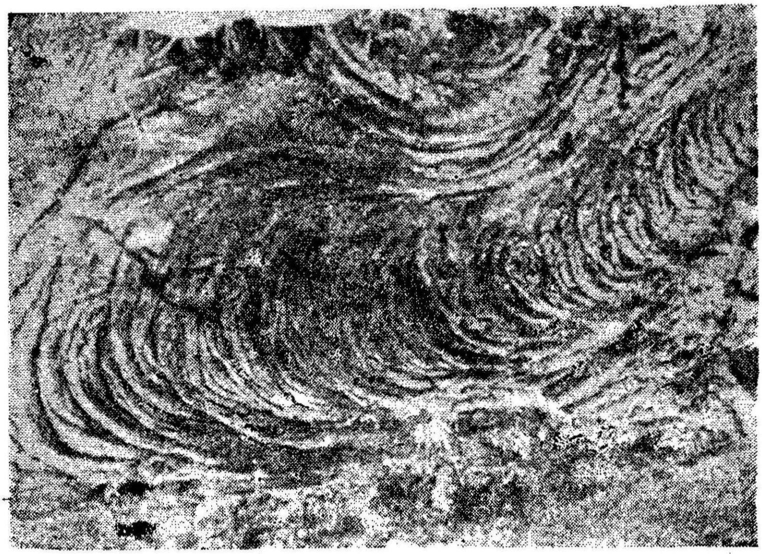
நிலத்தின் சாய்வாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக மணிக்குச் சில கி. மீ. கள் வீதம் லாவா நகரும். சில விடங்களில் 1 மணிக்கு 16 கி. மீ. வீதம் நகர்வதும் உண்டு.

உருகிய நிலையிலுள்ள லாவா கெட்டியாகும் போது அதன் தோற்றம் இருவகையாக இருக்கும். உருகிய லாவாவிலிருந்து விரைவில் வாயுக்கள் வெளிப்பட்டால், லாவா வெவ்வேறு திட்டுத்திட்டாகக் கெட்டியாகிறது. இவ்வகையான லாவா விரைவில் கெட்டியாகிவிடுகிறது. இம்மாதிரி கெட்டியாகும் லாவா ஆ (aa) லாவா எனப்படும். லாவா மெல்லிய அடுக்காக நகரும்போது, அதிலுள்ள வாயுக்கள் மெதுவாக வெளிப்படுகின்றன. லாவா அடுக்கின் மேற்பரப்புச் சுருங்கியதாயும் திரிக்கப்பட்ட கயிறு போன்றும் இருக்கும். மேற்பரப்புக்

படம்—121. காம் சாட்காவிலுள்ள எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்பட்ட கயிறுபோன்ற பஹோஹோ லாவா அடுக்குகள்.

கெட்டியான பிறகும், அதற்குக் கீழே லாவா திரவநிலையில் இருந்து நகரக்கூடும். அவ்விடங்களில் சுரங்கவழி ஏற்படும். சில விடங்களில் கெட்டியான மேல் பாகம் சிதைந்து விடுவதால் நீண்ட பள்ளம் உண்டாகும். திரிக்கப்பட்ட கயிறு போன்ற லாவா பஹோஹோ (Pahoehoe) லாவா எனப்படு

கிறது. பஹோஹோலாவா கடலையோ ஏரியையோ அடைந்து நீரில் கெட்டியாகும் போது, அதன் தோற்றம் தலையணை (Pillow) போல் மாறுகிறது. பல தலையணைகள் அடுக்கி வைக்கப்பட்டது போலத் தோற்றம் உருவாகிறது. லாவா

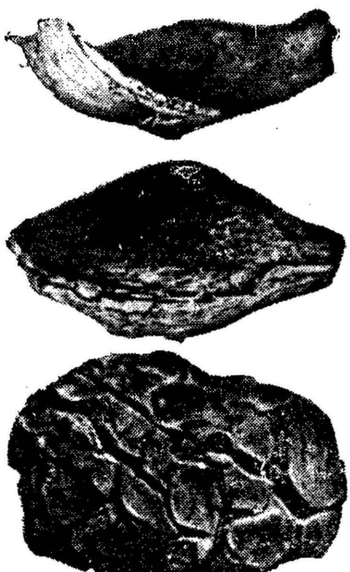


படம்—122. காம் சட்காவிலுள்ள எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்பட்ட கயிறு போன்ற பஹோஹோ லாவா அடுக்குகள்.

அடுக்கின் பரவலில் பல ஒழுங்கீனங்களைக் காணலாம். பள்ளத்தாக்குகளின் வழியாக லாவா பாய்வதால், அங்குத் தடிப்பான லாவா அடுக்கு இருக்கும். மற்றவிடங்களில் லாவா அடுக்கு மெலிந்து இருக்கும்.

எரிமலையிலிருந்து திடமான நிலையில் வெளிப்படும் பொருள்கள் பலவகைப்படும். இவை திடீரென ஏற்படும் வெடிப்பால் மேலே தள்ளப்படுகின்றன. இப்பொருள்களின் அளவு சிறிய தூசியிலிருந்து மிகப் பெரிய பாறைத்துண்டு களாகவும் இருக்கும். எரிமலைத்தூசி (Volcanic dust) வளி மண்டலத்தில் தொங்கு நிலையில் இருந்து அதிக தூரம் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. எரிமலைச்சாம்பலும் (Ash), சிறிய கற்களும் (Lapilli) எரிமலையின் கீழ்ச் சரிவுகளில் படிந்து

விடுகின்றன. இப்படிவுகளை எரிமலைச் சாம்பற்கல் (Tuff) எனலாம். எரிமலைக் குண்டுகள் (Bombs), ஸ்கோரைய் துண்டுகள் (Scoriae), நுரைக்கல் (Pumice), பழைய பாறைத் துண்டுகள் முதலிய பெரிய அளவுடையவை. இவை அதிக உயரம் எழும்பாமல் எரிமலையின் மேல் சரிவுகளில் விழுந்து படிந்து விடுகின்றன. இப்படிவுகள் எரிமலைப் பாற்பாறை (Volcanic Breccia) எனப்படும். லாவாக்கட்டிகள் மேலே



படம்—123. எரிமலைக் குண்டுகள்

தள்ளப்பட்டு, கெட்டியாகிக் கீழே விழுந்தால் அவை எரிமலைக் குண்டுகள் எனப்படும். இவை பெரும்பாலும் கோளவடிவமாய் இருக்கும்.

எரிமலைகளில் மேக்மா வெளிப்படும் வகையைக் கொண்டு அவைகளை இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். பெரும்பாலான எரிமலைகளில் மேக்மா ஒரு குறுகிய குழாயின் வழியாகப் புவிப்பரப்பை அடைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து மேக்மா வெளிப்படுவதால் இந்த எரிமலைகள் ஒரு மைய (Central type) வகையைச் சேர்ந்தவை எனலாம். இந்த மையம்

எரிமலையின் வாய் ஆகும். இதைச் சுற்றிப் பொருள் குவிந்து விடுவதால் மலை உண்டாகிறது. தற்போது பொங்கும் எரிமலைகள் யாவும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. பழைய புவியமைப்புக் காலங்களில், நீண்ட பிளவுகளின் வழியாக மேக்மா வெளிப்பட்டது என்பதற்குச் சான்றுகள் உள. இப்பிளவுகளின் வழியாக அதிக அளவில் லாவா வெளிப்பட்டு அடுக்கு அடுக்காகக் கெட்டியாகிப் பீடபூமிகளாக இருக்கின்றது. பிளவின் வழியாக வெடிக்காமல் லாவா மெதுவாக வெளிப்படுகிறது. ஐஸ்லாந்தில் 1783 ஆம் ஆண்டு 32 கி. மீ. நீளமான லாகி (Laki) பிளவின் வழியாக லாவா வெளிப்பட்டது. இந்த எரிமலைகள் பிளவு வகையைச் (Fissure type) சேர்ந்தவை. பிளவுகளின் வழியாக வெளிப்படும் லாவா கெட்டியாகிப் பேசால்ட் பாறை அடுக்காகிறது. நம் நாட்டில் தக்காணப் பீடபூமியின் வட மேற்குப் பகுதியில் சுமார் 4,00,000 சதுரக் கி. மீ. பரப்பு, பேசால்ட் பாறை அடுக்குகளாலானது. இப்பாறை அடுக்குகளின் தடிப்பு, சில விடங்களில் 1800 மீ. க்கு மேல்இருக்கிறது. வெவ்வேறு காலங்களில் ஏற்பட்ட 29 லாவா அடுக்குகள் இப்பீடபூமியில் உள்ளன. ஐர்லந்தின் (Ireland) வடகிழக்குப் பாகத்திலும், அபிஸீனியாவிலும் (Abyssinia), மேற்கு அரேபியாவிலும், மேற்கு அமெரிக்காவில் கொலம்பியாப் பீடபூமியிலும் பரந்த லாவா அடுக்குகளாலான பீடபூமிகள் உள்ளன. இப்பீடபூமிகள், பிளவுகளின் வழியாக லாவா வெளிப்பட்டதால் ஏற்பட்டவை.

ஓர் மைய வகையைச் சேர்ந்த எரிமலைகளைப் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். எரிமலை வாயின் வழியாக மேக்மா முதலிய பொருள்கள் வெளிப்படுவதிலுள்ள மாறுதல்களைக் கொண்டு இப்பிரிவுகள் அறியப்பட்டுள்ளன. இப்பிரிவுகளாவன : 1. ஹவாய் (Hawaii) வகை, 2. ஸ்ட்ராம் போலி (Stromboli) வகை, 3. வல்கனோ (Vulcano) வகை, 4. பெலீ (Pelee) வகை என்பனவாகும். ஹவாய்த் தீவிலுள்ள மானலோவோ, மானகீயா முதலிய எரிமலைகளில் வெடிக்காமல் லாவா வெளிப்படுகிறது. கரைந்துள்ள வாயுக்கள் மெதுவாக வெளிப்படுகின்றன. எரிமலை வாயைச் சுற்றி எரிமலைக் கற்களாலான சிறு குவியல்இருக்கும். எரிமலையின் பக்கச் சாய்வுகளிலிருந்து பிளவுகளின் வழியாக லாவா வெளிப்படும். லாவா வெளிப்படும் இடத்தைச் சுற்றிச் சிறிய லாவாக் கூம்பு (Spatter cone) அல்லது சிட்டக்கூம்பு உருவாகிறது. ஸ்ட்ராம்போலி வகையைச் சேர்ந்த எரிமலைகளில் மேக்மாவிலுள்ள வாயுக்கள் வெளிப்படும்போது வெடிச் சத்தம் உண்டாகிறது. லாவாக் கட்டிகள் வீசி எறியப்

படுகின்றன. சில சமயங்களில் பெரிய வெடிப்பால் தூசியும் சாம்பலும் மேலே எறியப்பட்டுப் பிரகாசிக்கும் முகில் ஏற்படும். வல்கனே வகையைச் சேர்ந்த எரிமலைகளில் பாகு நிலையிலுள்ள லாவா வெளிப்படுகிறது. எரிமலையின் வாயில் லாவா உறைந்துவிடுவதால், எரிமலைக்குழாயில் வாயுக்கள் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகச் சேர்ந்து அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. திடீரெனப் பெருவெடிப்பு ஏற்பட்டு எரிமலை வாயை அடைத்திருந்த லாவா அடுக்கு, தூக்கி எறியப்படுகிறது. வாயுக்கள் அதிக அளவில் வெளிப்படுவதாலும், தூசி முதலிய பொருள்கள் வீசி எறியப்படுவதாலும், காலிப்ளவர் (Cauliflower) தோற்றம் உடைய முகில் உருவாகிறது. எரிமலை திடீரென வெடித்துப் பொங்கும்போது எரிமலை வாயை அடுத்துள்ள பகுதியும் உடைந்து சிதறிவிடக்கூடும். பெலிவகையைச் சேர்ந்த எரிமலைகளில் லாவா கெட்டியான பாகு போன்ற நிலையில் இருப்பதால், எரிமலையின் வாய் அடைபட்டு விடுகிறது. ஆகையால் பலத்த வெடிப்பு ஏற்பட்டு மிகப் பெரிய எரிமுகில் (Nuees ardentes) தோன்றி எரிமலைச் சரிவுகளில் வேகமாகப் பாய்கிறது. இம்முகிலில் நீராவியும் மற்ற வாயுக்களும், நுண்ணிய சாம்பல் மற்றும் தூசியோடு கலந்து இருக்கும். எரிமலையின் பக்கச் சரிவுகளில் சிறு பிளவுகளின் வழியாகவும் வாயுக்கள் வெளிப்படும். பெலி எரிமலை 1902 ஆம் ஆண்டு பொங்கிய போது தோன்றிய எரியும் முகிலினால் ஸெயிண்ட்பியர் (St. pierre) என்னும் நகரம் அழிந்து அதிலிருந்த மக்கள் அனைவரும் மாண்டனர்.

எரிமலைப்பிரதேசங்களின் நிலத்தோற்றங்கள்

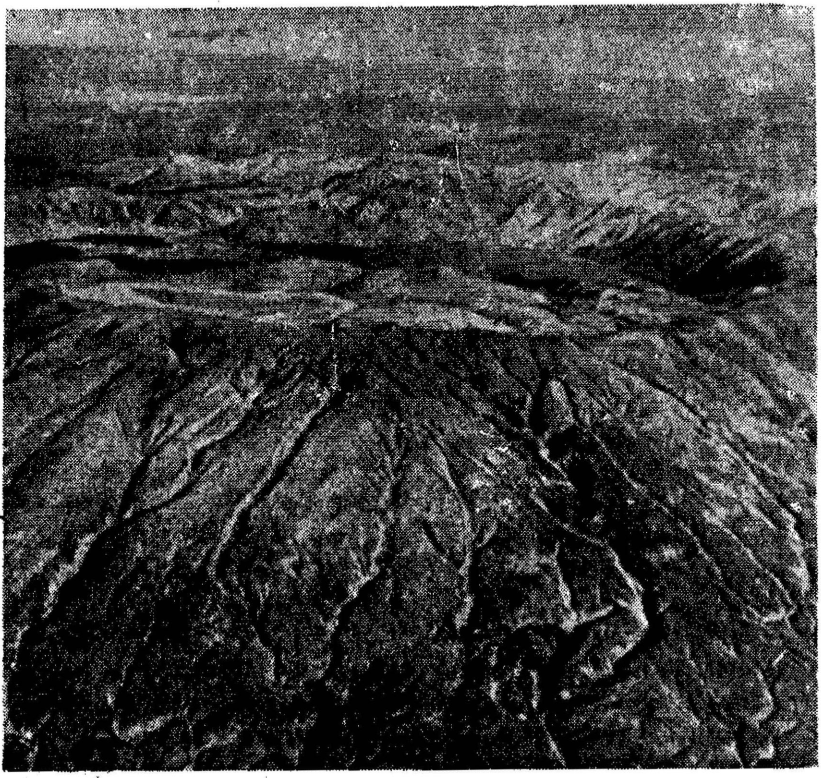
எரிமலை பொங்குவதால் ஏற்படும் விளைவுகளை இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிக்கு ஏற்படும் குறுக்கீடு என்று டேவிஸ் கருதினர். இதனால் பழைய நிலப்பரப்பின் தோற்றம் மாற்றப்பட்டு லாவா அடுக்காலான புதிய நிலப்பரப்பு உண்டாகிறது. இந்நிலப்பரப்பில் இயல்பான அரிப்புச்சக்கரச் சுழற்சி மீண்டும் தொடங்குகிறது. எரிமலை பொங்குவதால் பெரும்பாலும் நிலப்பரப்பில் லாவா முதலிய பொருள்கள் குவிக்கப்பட்டு உயர்ந்த மலையோ பீடபூமியோ உருவாகிறது. சிலவிடங்களில் திடீர் வெடிப்பினல் பெரும்பள்ளங்களும் ஏற்படுகின்றன. எரிமலைப்பிரதேசங்களில் உள்ள நிலத்தோற்றங்கள் சில பொதுவான சிறப்புக் கூறுகளை உடையவை.

எரிமலை பொங்குவதால் பெரும்பாலும் கூம்புவடிவமான மலை உருவாகிறது. ஒரு குறுகிய வட்டமான வாயின் வழியாக லாவா முதலிய பொருள் வெளிப்படுவதால், அப்பொருள்கள் வாயை அடுத்துக் குவிந்து விடுகின்றன. இக் குவியல் கூம்பு வடிவமாயிருப்பதால் இதை எரிமலைக்கூம்பு (Volcanic cone) எனலாம். இக்கூம்பின் தோற்றம், எரிமலையிலிருந்து வெளிப்பட்ட பொருள்களின் தன்மையையும், எரிமலை பொங்கும் வகையையும் பொருத்து இருக்கும். எரிமலை வாயிலிருந்து காரலாவா வெளிப்படும் இடங்களில் வாயை அடுத்து, கூம்பு வடிவமான மலை தோன்றுவதில்லை. ஏனெனில், காரலாவா எளிதில் நகருந்தன்மையுடையது. எரிமலை வாய்க்கு அருகே லாவா உறைந்து விடுவதில்லை. பேசால்ட் பாறையாலான எரிமலைக்கூம்பு அரிதாகக் காணப்படுகிறது. அமில லாவா குறைந்த நகருந்தன்மையுடையதால், எரிமலை

படம்—124. காம்சட்காவிலுள்ள க்லுசெவ்ஸ்காயா (Klyuchevskaya) எரிமலைக் கூம்பின் தோற்றம்

வாய்க்கு அருகே கெட்டியாகி மலைபோல் குவிந்துவிடுகிறது. எரிமலைவாயைச் சுற்றிச் சிட்டக் கற்களும் சாம்பலும் குவிந்து விடக்கூடும். திடீரென வெடித்துப் பொங்கும் எரிமலைகளில் சிட்டக்கற்களும், சாம்பலும் அதிக அளவில் வெளிப்படுகின்றன. சிட்டக்கற்களையும் சாம்பலையும் மட்டும் கொண்டு உருவான எரிமலைக் கூம்புகளின் சாய்வு பொருள்களின் அளவுக்குத் தக்கவாறு இருக்கும். பெரிய அளவுள்ள பொருள்

களாலான படிவின் சரிவு சுமார் 40° அல்லது அதற்கு மேலாகவும் இருக்கும். நுண்ணிய சாம்பற்குவியலின் சரிவு 30° முதல் 35° வரை இருக்கும். சிட்டக்கூம்பு அல்லது சாம்பற் கூம்பின் உயரம் சில நூறு மீட்டர் வரை இருக்கும். ஐஸ்லாந் தில் 35 முதல் 45 மீட்டர் வரை உயரமுள்ள பல சாம்பற் கூம்புகள் (Ash cones) உள்ளன. சாம்பற் கூம்பிற்குச் சிறந்த உதாரணம் நேபிள்ஸ் (Naples) நகரத்திற்கு மேற்கேயுள்ள மான்டிநோவா (Monte-Nuovo) எரிமலையாகும். இந்த எரிமலை கி. பி. 1538 ஆம் ஆண்டு தோன்றியது. மூன்று நாட்களில் 130 மீட்டர் உயரம் வளர்ந்தது. பெரும்பாலான எரிமலைகள்



படம்—125. காம்சட்காவிலுள்ள க்யூடக் (Keudach) எரிமலையின் உச்சியில் 7 கிலோ மீட்டர் விட்டமுள்ள பெருவாய் (Caldera) தோன்றியுள்ளது. எரிமலைப் பெருவாயில் ஏரி இருக்கிறது.

முதலில் சாம்பற்கூம்பாகத் தோன்றிப் பிறகு லாவா அடுக்குகளுடைய கூட்டுக் கூம்பாக (Composite cone) வளர்ந்து விடுகின்றன. பெரிய எரிமலைக் கூம்புகளில் லாவா மற்றும் சாம்பல் அடுக்குகள் அடுத்தடுத்து இருக்கும். நீண்ட காலம் எரிமலை பொங்குவதால் ஏற்பட்ட பொருள்கள் படிந்து கூம்பின் உயரம் அதிகரிக்கிறது. எரிமலைக் கூம்பின் உச்சியிலுள்ள பள்ளத்தை எரிமலைவாய் (Crater) எனலாம். எரிமலை வாய் பெரும்பாலும் வட்டமானதாய் இருக்கும். இதைச் சுற்றிச் செங்குத்துச் சரிவு இருக்கும். எரிமலை வாயின் அகலம் சுமார் 2 கி.மீ.க்குக் குறைவாகவே இருக்கும். பல மீட்டர்கள் அகலமுள்ள எரிமலை வாய்களை எரிமலைப் பெருவாய்கள் (Calderas) என்கிறார்கள். எரிமலையின் வாயை அடுத்துச் சாம்பல் சிட்டக்கல் முதலியவை படிந்து விடுவதால், அவ்விடங்கள் உயர்ந்தும், எரிமலைவாய் பள்ளமாகவும் இருக்கலாம். சில விடங்களில் வெடிப்பு ஏற்படுவதால் எரிமலையின் உச்சி சிதறிப் போய் அவ்விடத்தில் பள்ளம் உண்டாகலாம். எரிமலையின் உச்சிப் பகுதி கீழே அமுங்கி விடுவதாலும் பள்ளமான எரிமலைவாய் ஏற்படுகிறது. உறங்கியுள்ள மற்றும் அணைந்த எரிமலைகளின் வாய்களில் ஏரிகள் இருக்கக்கூடும். ஜெர்மனியில் அணைந்த எரிமலைகள் உள்ள ஐஃபெல் (Eifel) பகுதியில் பல ஏரிகள் உள்ளன. இவை எரிமலைவாய்ப் பள்ளங்களில் இருக்கின்றன. இவை மார் (Maar) எனப்படும். சில எரிமலைப் பெருவாய்களுக்குள்ளே மற்றொரு சிறிய எரிமலை வாய் தோன்றலாம். இதைக் கூடுபோன்ற எரிமலைவாய் (Nested crater) எனலாம். பழைய எரிமலைக் கூம்பின் சரிவுகள் அரிக்கப்பட்ட போதிலும் எரிமலைவாய் பள்ளமாக இருப்பதால் தனித்து நிற்கும். எரிமலைப் பெருவாய்களின் அகலம் சிலகி. மீ. களாக இருப்பதால் அவைகளின் தோற்றத்தைப் பற்றிப் பல கருத்துக்கள் உள்ளன. அமெரிக்காவில் ஓரிகன் (Oregon) மாகாணத்திலுள்ள க்ரேடர் ஏரி (Crater lake) 9 கி.மீ. விட்டமுள்ள வட்டமான பள்ளத்தில் இருக்கிறது. இது ஓர் எரிமலைப் பெருவாய் ஆகும். இவ்விடத்தில் முன்பு இருந்த எரிமலையின் உச்சிப் பகுதி சுமார் 3600 மீ. உயரம் இருந்தது என்றும், அதன் சரிவுகளில் பனியாறுகள் இருந்தன என்றும் ஊகிப்பதற்குச் சான்றுகள் உள. திடீரென்று எரிமலை பொங்கியதால் வெடிப்பு ஏற்பட்டு மலையின் உச்சிப்பகுதி உடைந்து சிதறிவிட்டது என்று சிலர் கருதுகிறார்கள். சிதறிய பாறைத் துண்டுகள் எரிமலைவாயைச் சுற்றிப் போதிய அளவில் படியவில்லையாதலால் இக்கருத்துச் சரியானதன்று என்றும், எரி

மலை வாயிலிருந்து அதிக அளவில் லாவா வெளிப்பட்டதால், எரிமலைக் கூம்பின் உச்சிப்பகுதி கீழே அமுங்கிவிட்டிருக்கிறது என்றும் சிலர் கூறுகிறார்கள். இந்தோனேசியாவிலுள்ள க்ராகடோவா (Krakatova) தீவில் 1883 ஆம் ஆண்டு எரிமலை திடீரென வெடித்துப் பொங்கியதால், தீவின் பெரும்பகுதி மறைந்து போயிற்று. அவ்விடத்தில் ஒரு எரிமலைப் பெருவாய் உள்ளது. அலாஸ்காவிலுள்ள காட்மாய் (Katmai) எரிமலை 1912 ஆம் ஆண்டு பொங்கியதன் விளைவாக 4 கி.மீ. அகலமுள்ள எரிமலைப் பெருவாய் உருவாகியது. சில எரிமலைப் பெருவாய்கள் வெடிப்பாலும், கீழே அமுங்கியதாலும் ஏற்பட்டிருக்கக் கூடும். எரிமலை வாய்களும், எரிமலைப் பெருவாய்களும் லாவாக்கட்டியால் அடைபட்டு விட்டால், எரிமலைக் கூம்பின் பக்கச் சரிவுகளில் புதிய வாய் தோன்றி அதன் வழியாக லாவா வெளிப்படும். இதனை எரிமலைக்கிளைவாய் என்று கூறலாம். இதன் அருகே கூம்பு வடிவத்தில் படிவாகும் பொருள்களை எரிமலைக் கிளைக் கூம்பு (Parasite cone) எனலாம்.

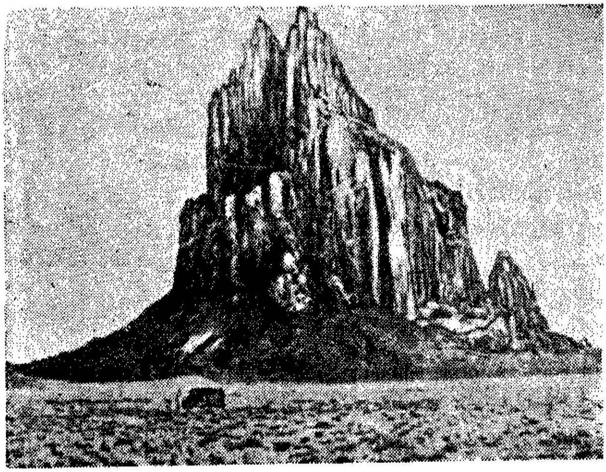
சில எரிமலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் லாவா ஆண்டிசைட் (Andesite) அல்லது ரையோலைட் (Rhyolite) பாறைக்குழம்பாக இருந்தால், அவை வெளிப்படும்போது இறுகிய பாகு போன்ற நிலையில் இருக்கின்றன. இவ்வகையான லாவா எரிமலை வாயிலேயே கெட்டியாகிவிடுகிறது. இது உயர்ந்த குமிழ் வடிவமாக இருக்கும். இதை அடைப்புக்குமிழ் (Plugdome) எனலாம். எரிமலைவாயை அடைத்துக்கொண்டு உயர்ந்து நிற்கும் லாவாக்கட்டி எளிதில் சிதைந்து விடுகிறது. பெலி (Pelee) எரிமலை 1902ஆம் ஆண்டு பொங்கியபோது எரிமலைவாயிலிருந்து நீண்ட அடைப்புக் குமிழ் உருவாகியது. சுமார் 300 மீ. உயரம் வரை வளர்ந்தது. ஒரு நாளில் 9 மீ. உயரம் வளர்ந்தது. சில மாதங்களில் சிதைந்து போயிற்று. சில விடங்களில் அடைப்புக்குமிழ்கள் சிதைவு பெறாமல் நீடித்துக் குன்றுகளாக இருக்கின்றன. சான்றாகப் பிரான்ஸில் ஆவார்ன் (Auvergne) பிரதேசத்தில் உள்ள எரிமலைக்குன்றுகள் அடைப்புக் குமிழ்களாலானவை.

எரிமலைக் கூம்பின் தோற்றம் எல்லாப்பக்கங்களிலும் உட்குவிந்த சரிவுடையதாய் இருக்கும். எரிமலைவாயையடுத்துச் சரிவு அதிகமாயும், ஓரங்களில் சரிவு குறைந்தும் இருக்கிறது. எரிமலைவாயையடுத்துப் பெரிய அளவுள்ள பொருள்கள் அதிகமாகப் படிந்து விடுவதால் சரிவு அதிகமாய் இருக்கிறது. கீழ்ச்சரிவுகளில் தூசியும் சாம்பலும் அதிக

மாகப் படிவதால் சரிவு குறைந்து இருக்கும். எரிமலை வெடிக்கும் போது சாம்பலும் தூசியும் வளிமண்டலத்தில் எழும்பி, பிறகு நிலப்பரப்பில் ஏராளமாக விழுகின்றன. இதைச் சாம்பல் பொழிதல் (Ash shower) எனலாம். இதனால் எரிமலைக் கூம்பின் சரிவுகளில் தடித்த சாம்பல் அடுக்குப் படிந்துவிடுகிறது. இந்தோனேசியாவில் க்ராகடோவா எரிமலை 1883ஆம் ஆண்டு பொங்கியபோது 20 கன கி.மீ. அளவான சாம்பல் வளிமண்டலத்தில் சிதறியது. இதில் பெரும்பகுதி எரிமலை வாய்க்கு அருகே விழுந்தபோதிலும், வளிமண்டலத்தில் தொங்கு நிலையில் சில நாட்கள் தூசி இருந்தது. இது பல ஆயிரம் மைல்களுக்கு அப்பால் உள்ள நிலப்பரப்பிலும் படிந்தது. சாம்பற் படிவுகள் முன்புள்ள நிலப்பரப்பு முழுவதையும் மூடிவிடக்கூடும். சாம்பல் படிவதால் எரிமலைக் கூம்பின் தோற்றம் பாதிக்கப்படுகிறது. சாம்பற்படிவுகள் சரிவில் படியும்போது, நிலச்சரிவு ஏற்படக்கூடும். சாம்பற்படிவுகளின் மேல் மழை பெய்யும்போது மண்வழிதல் உண்டாகிறது. சில விடங்களில் மண் வழிதல் சில கி. மீ. வரை பரவும். சாம்பல் மண் நீரால் நிரம்பிய பசையாக மாறி விரைவில் வழிந்து ஓடுகிறது. ஜாவாவில் இதை லாஹார் (Lahar) என்றழைகிறார்கள். லாஹார்களினால் குடியிருப்புகளும் பயிர்செய்யும் நிலங்களும் பாதிக்கப்படுகின்றன. மண் வழிதலாலும் நிலச்சரிவுகளாலும், சாம்பல் முதலிய பொருள்கள் கீழ்ச் சரிவுகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. உட்குவிந்த சரிவுகளுடைய எரிமலைக் கூம்பின் மேலுள்ள பள்ளத்தாக்குகளின் வழியாக லாவா வழிந்தோடியதால், அவ்விடங்களில் தடித்த லாவா அடுக்கு இருக்கும்.

எரிமலைக்கூம்பு இயல்பான அரிப்புச் செய்முறைகளால் அரிக்கப்படும்போது உண்டாகும் நிலத்தோற்றங்களில் பொதுவானது ஆரவடிகாலமைப்பு ஆகும். எரிமலைக்கூம்பின் உச்சியிலிருந்து எல்லாத்திசைகளிலும் அருவிகள் பாய்வதால் ஆரவடிகாலமைப்புத் தோன்றுகிறது. எரிமலைக்கூம்பின் சரிவுகளிலுள்ள லாவா மற்றும் சாம்பற்படிவுகள் புரைத்தன்மை பெற்றவையாகையால், அருவிகளில் வழிந்து ஓடும் நீரின் அளவு குறைந்து இருக்கும். அருவிகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு அதிகமாயிருக்கும். லாவா வழிந்து ஓடுவதால், அருவிகளின் போக்குத் தடைப்பட்டு ஏரிகள் தோன்றக்கூடும். அருவிகளின் அரிப்பால் எரிமலையின் சரிவுகள் அரிக்கப்படுவதுடன், எரிமலைவாயை அடுத்துள்ள பள்ளமும் விரிவடையும். முன்பிருந்த பள்ளத்தாக்குகளில் லாவா அடுக்கு இருப்பதால்

அடுத்துள்ள நிலம் எளிதில் அரிக்கப்பட்டு, லாவா அடுக்குக் குன்றுத்தொடர்போல உயர்ந்து நிற்கும். முன்பு பள்ளத்தாக்காக இருந்த இடம் குன்றுத்தொடராக மாறுவதால், இதை நிலத்தோற்றம் தலைகீழாய் மாறுவதற்கு உதாரணமாகச் சொல்லலாம். எரிமலைக்கூம்பின் அரிப்பு இறுதிநிலையை அடையும்போது எரிமலையின் வாய் இருந்த இடத்தில் சிறு



படம்—126. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் அர்சோனாவிலுள்ள எரிமலைக் கழுத்தின் தோற்றம். இது எரிமலை வாயில் கெட்டியான லாவாப் பாறையாலானது.

குன்று இருக்கும். இது எரிமலையின் கழுத்து (Volcanic neck) எனப்படும். இக்குன்று உறைந்த லாவாப்பாறையாலானது. சில இடங்களில் நீண்ட டைக்குகள் அல்லது குத்துத் தீப்பாறைகள் தோன்றும். இவைகளை முன்பு உயர்ந்து இருந்த எரிமலையின் எலும்புக்கூட்டிற்கு (Skeleton) ஒப்பிடலாம்.

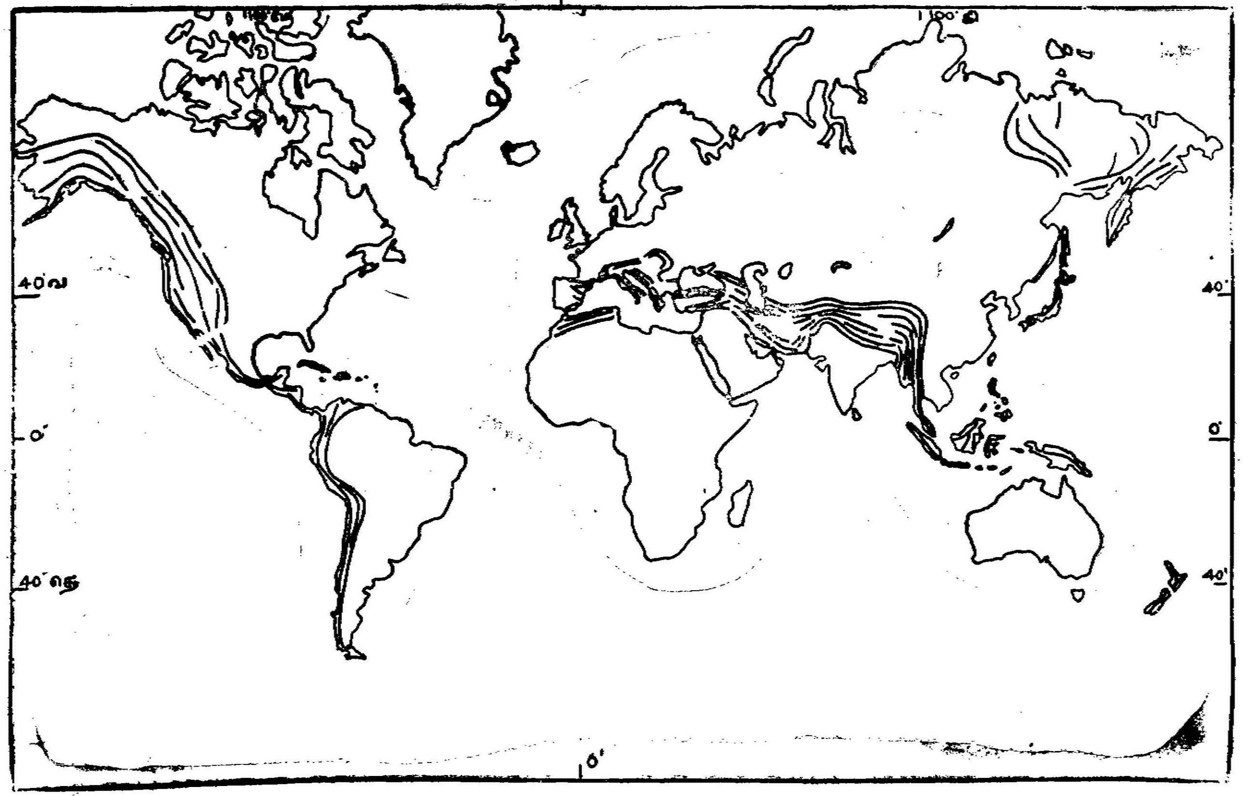
நீண்ட பிளவுகளின் வழியாக லாவா வெளிப்பட்ட இடங்களில் பரந்த லாவா அடுக்குகள் உருவாகின்றன. இந்த லாவா அடுக்குகள் முன்பிருந்த நிலத்தோற்றத்தை முழுதும் மூடிவிடக்கூடும். வெவ்வேறு காலங்களில் தோன்றிய லாவா அடுக்குகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கி வைத்தவைபோல் தோன்றுகின்றன. நிலப்பரப்பில் பல லாவா அடுக்குகள் படிகள் அமைத்தது போல இருக்கின்றன. தக்காணப் பீடபூமியில் மகாராஷ்டிர ராஜ்யத்

தில் லாவா அடுக்குகளாலான நிலத்தோற்றத்தைக் காண லாம். வெவ்வேறு மட்டத்திலுள்ள பல திட்டுக்களைக் காண லாம். லாவாப் படைகளுக்கு இடையே சாம்பல் படையும் இருக்கிறது. இந்நிலப்பரப்பு ஆறுகளால் அரிக்கப்படுவதால் உண்டாகும் பள்ளத்தாக்குகளின் தோற்றத்திலும், லாவா அடுக்குகளின் அமைப்பைக் காணலாம். பள்ளத்தாக்கின் பக்கச்சரிவுகளில் கிடையான திட்டுக்களும் அவைகளுக்கு இடையே செங்குத்துச் சரிவும் இருக்கும். ஆற்றின் நெடும் பக்கப்பார்வையிலும் ஒழுங்கீனங்கள் இருக்கும். ஒரு லாவா அடுக்கிலிருந்து மற்றொரு லாவா அடுக்கிற்குப் பாயுமிடங் களில் செங்குத்துச் சரிவு இருக்கும். லாவா அடுக்குகளால் தடைப்பட்ட பள்ளத்தாக்குகளில் ஏரிகள் உண்டாகலாம். ஆறுகளின் அரிப்பால் சில பகுதிகள் மேசை நிலங்களாகவும் மொட்டைக் குன்றுகளாகவும் தனித்து நிற்கக்கூடும். பேசால்ட் பாறையாலான லாவா அடுக்குகள் எளிதில் அரி படக்கூடியவை.

எரிமலையிலிருந்து காரலாவா வெளிப்படும்போது, எரி மலை வாயினின்று லாவா எளிதில் நகர்ந்து விடுவதால், குறைந்த சரிவுள்ள குமிழ்போன்ற தோற்றம் ஏற்படுகிறது. பேசால்ட் பாறையாலான இக்குமிழ் போன்ற எரிமலைகளைப் பேசால்ட் குமிழ்கள் (Basalt domes) எனலாம். ஹாவாய்த் தீவி லுள்ள எரிமலைகள் இதற்குச் சிறந்த உதாரணங்களாகும். மானலோவா என்னும் எரிமலையின் வாய் சுமார் 2 கி.மீ. அகலமாயிருக்கிறது. எரிமலையின் உச்சி கடல் மட்டத்தி லிருந்து 4000 மீ. உயரமாயுள்ளது. உச்சியிலிருந்து எல்லாப் பக்கக்களிலும் சரிவு மென்மையானதாய் இருக்கிறது. சரிவின் அளவு 6° முதல் 8°க்குக் குறைவாகவே காணப்படுகிறது. குமிழ் வடிவம் உள்ள எரிமலைகள் ஐஸ்லாந்திலும் இருக்கின்றன.

எரிமலைகளின் பரவல்

சரித்திரகாலத்தில் ஒரு தடவையாவது பொங்கியுள்ள எரிமலைகளின் மொத்த எண்ணிக்கை சுமார் 500 எனலாம். இவைகளைத்தவிர ஆயிரக்கணக்கான அணைந்த எரிமலைகள் உள்ளன. பொங்கும் எரிமலைகளின் பரவல் டெர்ஷியரி காலத்தில் தோன்றி மடிப்பு மலைத்தொடர்களின் பரவலை ஒத்து இருக்கிறது. பசிபிக் பெருங்கடலைச் சுற்றியுள்ள நிலப் பகுதியில் பொங்கும் எரிமலைகளின் மொத்த எண்ணிக்கை யில் 2/3 பங்கு இருக்கின்றன. இந்த எரிமலைகளைப் பசிபிக் பெருங்கடலைச் சுற்றிய நெருப்பு வளையம் (Ring of Fire) என்



படம்—126. எரிமலைகளின் பரவல்; புள்ளிகள் எரிமலைகளைக் குறிப்பிடுகின்றன.

கிறார்கள். தென்அமெரிக்காவில் ஆண்டீஸ் மலைத்தொடரில் பல மிக உயரமான எரிமலைகள் உள்ளன. வடஅமெரிக்காவில் ராக்கீஸ் மலைத்தொடரிலும் மத்திய அமெரிக்காவின் மலைத்தொடர்களிலும் எரிமலைகள் இருக்கின்றன. அலூஷியன் தீவுகளிலும், கிழக்கு ஆசியாவை அடுத்துள்ள தீவுத் தோரணங்களிலும் பல உயரமான எரிமலைகள் உண்டு. ஜப்பானியத் தீவுகளில் பெரும்பகுதி லாவா மற்றும் சாம்பற் படிவுகளாலானது. நியூஜிலந்தின் வடக்குத் தீவில் பல எரிமலைகள் இருக்கின்றன. ஆல்ப்ஸ் - இமயமலைத்தொகுதியில் (Alpine-Himalayan Mt. Belt) சில பாகங்களில்தான் எரிமலைகள் இருக்கின்றன. மத்தியதரைக்கடலின் கரையை யடுத்துள்ள பகுதிகளிலும், துருக்கியிலும், காகஸஸ் மலைத்தொடரிலும், பாரசீக நாட்டிலும் எரிமலைகள் இருக்கின்றன. ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரிலும் இமயமலைத்தொடரிலும் எரிமலைகள் இல்லை. பர்மாவிலும், அந்தமான் தீவுகளிலும், கிழக்கு இந்தியத் தீவுகளிலும் பல எரிமலைகள் இருக்கின்றன. ஜாவாத்தீவின் முதுகெலும்பு எரிமலைகளைக் கொண்டது எனலாம். டெர்ஷியரி காலத்தில் தோன்றிய மலைத்தொடர்களைத் தவிர வேறு சில இடங்களிலும் எரிமலைகள் உள்ளன. ஆப்பிரிக்காவில் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகளை யடுத்துப் பல உயர்ந்த எரிமலைகள் இருக்கின்றன. பிளவுகளின் வழியாக மேக்மா வெளிப்பட்டு எரிமலைகள் உருவாகியுள்ளன. கடலடித்தளத்திலும் பிளவுகள் உள்ள இடங்களில் எரிமலைகள் தோன்றியிருக்கின்றன. பசிபிக் பெருங்கடலில் எரிமலைகளாலான தீவுகள் பல இருக்கின்றன. தீவுகளின் பரவலிலிருந்து பிளவுகளின் அமைப்பை ஊகிக்கமுடியும். இரு திசைகளில் செல்லும் பிளவுக் கோடுகள் ஒன்றேடொன்று வெட்டும் இடத்தில் எரிமலைகள் இருக்கின்றன. ஹவாய் (Hawai) தீவுகள், கலபகாஸ் (Galapagos) தீவுகள், ஈஸ்டர் (Easter) தீவுகள் முதலியவை எரிமலைகளாலானவை. இந்தியப் பெருங்கடலில் கெர்குவெலன் (Kerguelen), மொரிஷியஸ் (Mauritius), ரியூனியன் (Reunion) முதலிய தீவுகளில் எரிமலைகள் உள்ளன. அண்டார்க்டிக் கண்டத்தைச் சுற்றி உள்ள சில தீவுகள் எரிமலைகளின் உச்சிப்பகுதிகளாகும். அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் நடுவில் உள்ள கடலடிக்குன்றுத் தொடரிலிருந்து சில எரிமலைகள் தோன்றித் தீவுகளாக உருவாகியுள்ளன. அசோரஸ் (Azores), ஸெயிண்ட்ஹெலினா (St. Helena), அசென்ஷன் (Ascension) முதலிய தீவுகள் சிறந்த உதாரணங்களாகும். ஐஸ்லாந்தில் பல எரிமலைகள் இருக்கின்றன.

அண்மையில் தோன்றிய மடிப்பு மலைத்தொடர்கள் உள்ள பிரதேசங்களில் எரிமலைகள் அதிகமாக இருக்கின்றன. ஏனெனில், இப்பிரதேசங்களில் புவியோடு சமநிலையில் இல்லை. புவிஅசைவுகளால் பாதிக்கப்பட்டுச் சில விடங்களில் பிளவுகள் ஏற்பட்டுள்ளன. மேலும் அதிக அழுத்தத்தாலும் வெப்பத்தாலும், மேலோட்டுக்குக் கீழேயுள்ள அடுக்கு உருகிய நிலையில் இருக்கிறது. இதனால் பிளவுகளின் வழியாக மேக்மா புவிப்பரப்பை அடைகிறது. புவிப்பரப்பில் பிளவுகள் இருக்கும். எல்லா இடங்களிலும் எரிமலைகள் தோன்றுவதில்லை. இப் பிளவுபட்ட புவியோட்டுக்குக் கீழே மேக்மாவும் இருக்க வேண்டும். மேக்மா எவ்விடங்களில் எந்தச் சூழ்நிலைகளில் ஏற்படுகிறது என்று சில கருத்துக்கள் உள்ளன.

புவியின் மேலோடு பெரும்பாலும் கிரானைட் போன்ற பாறைகளைக் கொண்ட சியால் அடுக்காலானது. இந்த அடுக்கு 11 கிலோமீட்டர் ஆழம் வரையில் இருப்பதாகவும் இதற்குக் கீழேயுள்ள பேசால்ட் பாறையாலான ஸிமா அடுக்கு 24 கிலோமீட்டர் தடிப்பாக இருப்பதாகவும் ஹோம்ஸ் (Holmes) கருதினர். புவிப்பரப்பிற்குக் கீழே 1 கிலோமீட்டர் ஆழத்திற்கு 30°C வீதம் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. வெப்ப நிலை அதிகரிக்கும் வீதம் 35 கிலோமீட்டர் ஆழம் வரையில் இதே நிலையில் இருந்தால், ஸிமா அடுக்கிற்குக்கீழே வெப்ப நிலை 1050°C ஆக இருக்கும். இந்நிலையில் பாறை உருகியதாய் இருக்கும். ஆனல் அழுத்தம் அதிகமாயிருப்பதால், உருகிய பாறை கெட்டியான பாகுபோல் இருக்கும். பிளவுகள் ஏற்பட்டு அழுத்தம் குறைந்தால் உருகிய நிலையிலுள்ள மேக்மா தானகவே புவிப்பரப்பின் மேலே வெளிப்படும். ஸியால் அடுக்கின் அடர்த்தி 2·7 என்றும், சிமா அடுக்கின் அடர்த்தி 3·0 என்றும், மேக்மாவின் அடர்த்தி 2·7 என்றும் எடுத்துக் கொண்டால், ஸிமா அடுக்கின் கீழேயுள்ள அழுத்தத்தினல் மேக்மா புவிப் பரப்பை அடைவதுடன் சுமார் 3000 மீ. வரை உயரக் கூடும். மேக்மாவில் அதிக அளவில் வாயுக்கள் கரைந்திருந்தால் அதன் அடர்த்தி குறைவதால், 3000 மீக்கு மேல் உயரமுள்ள எரிமலைக் கூம்பு உண்டாகும்.

ஸிமா அடுக்கின் கீழே எல்லாவிடங்களிலும் மேக்மா இருக்கக் கூடும் என்று சிலர் முன்பு கருதினர்கள். அப்படி யிருக்குமேயானல், எரிமலைகளிலிருந்து மேக்மா வெளிப்படு வது தொடர்ச்சியாக இருக்கும். கீழ் அடுக்குகளிலுள்ள மேக்மா முழுவதும் வெளிப்பட்ட பின்புதான் எரிமலையின் பொங்குதல் முடிவடையும். ஆனல் பொதுவாக எரிமலைகள்

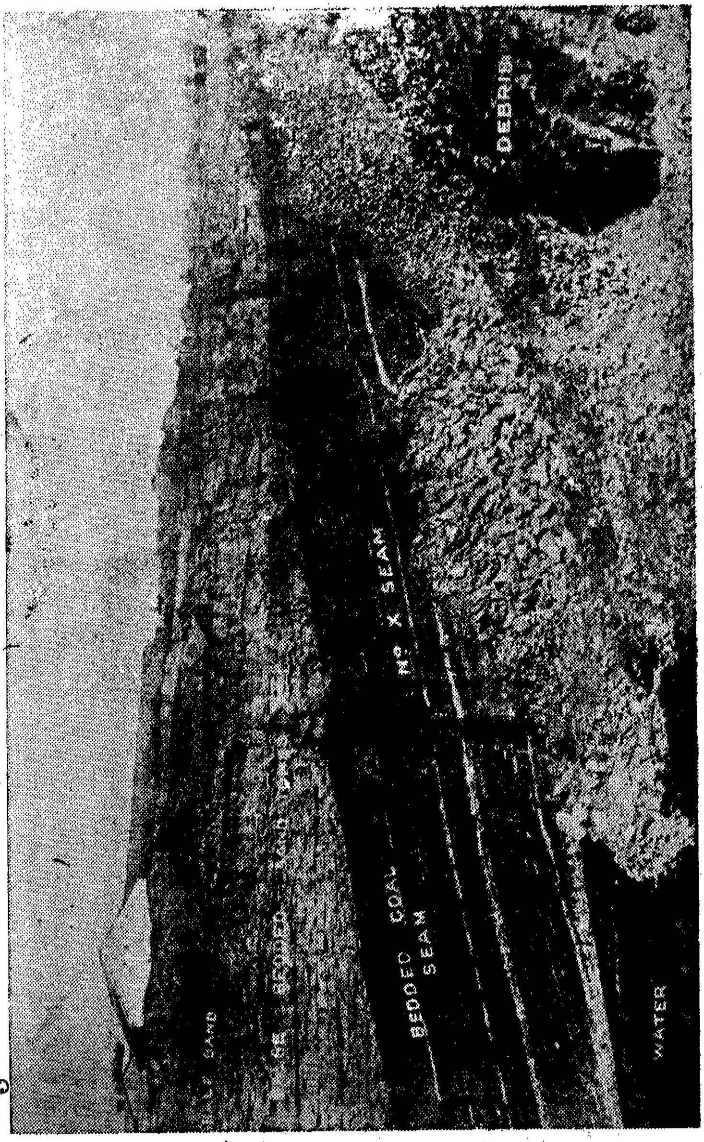
பொங்கும்போது சிறிதளவுதான் மேக்மா வெளிப்படுகிறது. இதற்குப்பிறகு நீண்டகாலம் அமைதியாக இருந்து மறுபடியும் சிறிதளவு மேக்மா வெளிப்படும். எரிமலை வாய்க்குக் கீழே குறிப்பிட்ட அளவுதான் மேக்மா இருந்திருக்கவேண்டும் என்றும், அது முழுவதும் வெளிப்பட்டபிறகு எரிமலை பொங்குவது நின்று விடுகிறது என்றும் ஊகிக்கலாம். மறுபடியும் மேக்மா உண்டானால் அது எரிமலைவாயின் வழியாக வெளிப்படுகிறது. ஆகையால் சில விடங்களிலும் சில காலங்களில் மட்டும் மேக்மா தோன்றுகிறது என்று கூறலாம்.

புவிப்பரப்பிற்குக் கீழே வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் வீதம் எல்லாவிடங்களிலும் ஒரே மாதிரியாய் இருப்பதில்லை. பொதுவாக ஸியால் மற்றும் ஸிமா அடுக்குகளில் மேக்மா ஏற்படுவதற்குப் போதிய வெப்பநிலை இருப்பதில்லை. வெப்பநிலை சராசரி நிலையைவிட அதிகரித்தால்தான் இந்த அடுக்குகளிலுள்ள பாறைகள் உருகும் நிலையை அடைகின்றன. எரிமலைகள் பொங்கும் இடங்களுக்குக் கீழே பாறைகளின் வெப்பநிலை அதிகமாய் இருக்கவேண்டும். இம்மாதிரி அதிக வெப்பநிலையுள்ள இடங்கள் வெவ்வேறு காலங்களில் மாறியிருக்கக்கூடும். புவியின் கீழேயுள்ள அடுக்குகள் ஏன் சில விடங்களில் மட்டும் உருகும் நிலையை அடைகின்றன? புவியின் கீழ் அடுக்குகளில் ஏற்படும் சில மாறுதல்கள் இதற்குக் காரணமாயிருக்கலாம்.

புவியின் மேலோட்டிற்குக் கீழே வெப்பநிலை மாறுபடுவதால் கீழிருந்து மேலும், மேலிருந்து கீழும் பொருள்கள் அசைகின்றன. இவற்றை வெப்பச் சலன ஓட்டங்கள் (Convection currents) எனலாம். மலைத்தொடர்கள் ஏற்படும் இடங்களுக்குக் கீழே எதிர்த்திசைகளிலிருந்து வரும் வெப்பச் சலன ஓட்டங்கள் சேர்ந்து கீழே செல்கின்றன. பேசால்ட் அடுக்கின் சில பகுதிகள் கீழே இழுக்கப்பட்டு அவை உருகி மேக்மாவாக மாறும். இம்மேக்மா பிளவுகளின் வழியாக மேலே உயர்ந்து எரிமலைகள் உண்டாகின்றன. மலைத்தொடர்கள் அண்மையில் தோன்றிய இடங்களில் எரிமலைகள் தோன்றுவதற்கு வெப்பச்சலன ஓட்டங்கள்தாம் காரணம் என்று ஹோம்ஸ் கூறுகிறார். புவிப்பரப்பிற்குக் கீழுள்ள அடுக்குகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப் பற்றி ஊகிக்க முடியுமே தவிர அவைகளைப் பற்றி உறுதியாகக் கூற முடியாது. எரிமலைகளின் தோற்றத்திற்குச் சரியான விளக்கத்தைப் பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன.

இஸ்ரா கரங்கத்தில் No. X நிலக்கரிப் படையின் தோற்றம் நிலக்கரியின் மேலுள்ள படிவுப்பாறை அடுக்குகள் மென்சாய்வு கொண்டவையாக உள்ளன. இரு மணற்பாறைப் படைகளுக்கு இடையே களிமண் பாறைப்படை இருக்கிறது.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo : C. S. Fox

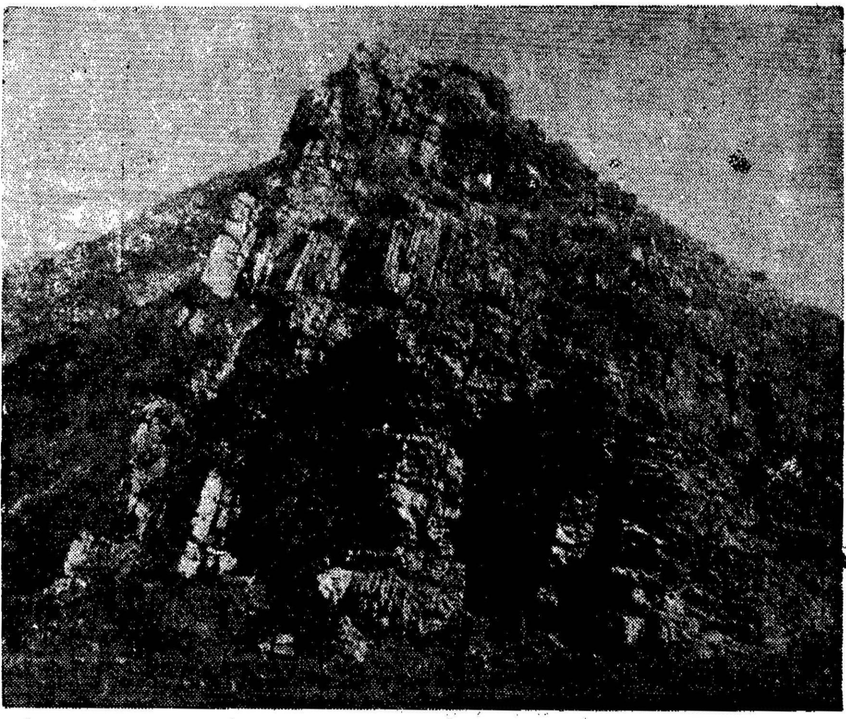


திஸ்ரா சுரங்கத்தில் மற்றெரு பகுதியின் தோற்றம். நிலக்கரிப்படையின் சாய்மானத்திற்கும் அதற்கு மேலுள்ள பாறைப் படைகளின் சாய்மானத்திற்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாட்டைக் கவனிக்கவும்.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo : C. S. Fox

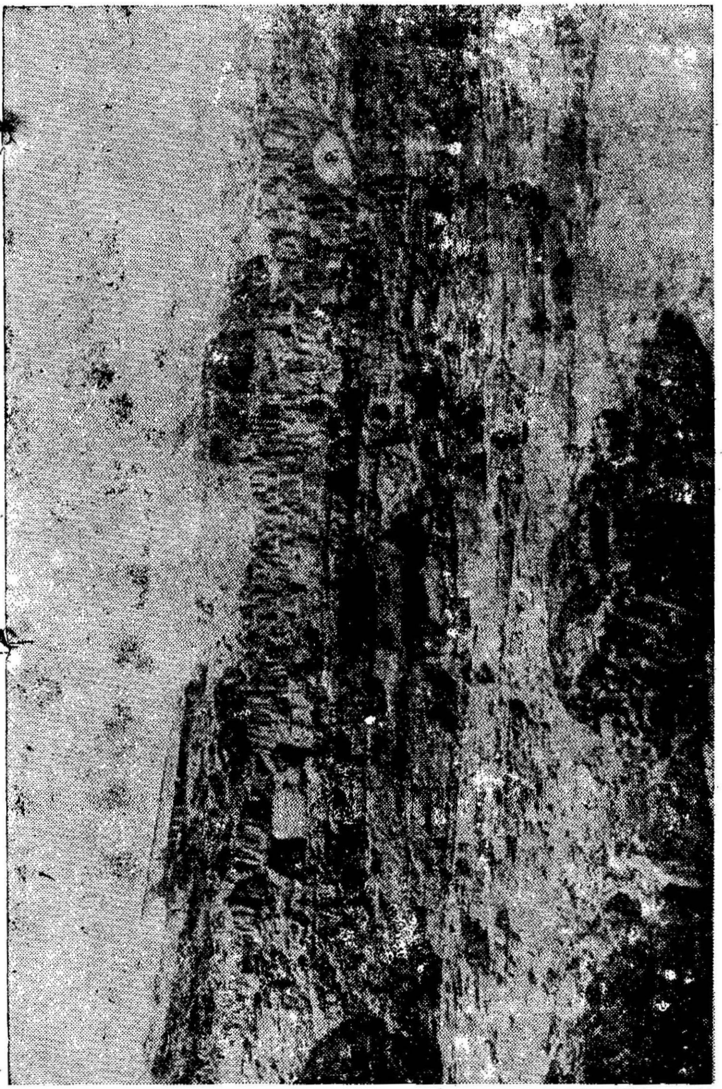
விந்தியன் (கேம்ப்ரியன்) காலத்தில் தோன்றிய மணற்பாறையடுக்கின் மேற்பரப்பின் தோற்றம். கடல் மட்டத்தின் கீழ் மணல் படிவாகியபோது சிறு அலைகளின் செய்கையால் மணற்பரப்பில் ஏற்பட்ட மேடு பள்ளங்கள் பாறையில் பதிவாகி யிருப்பதைக் காணலாம்.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo : J. A. Auden



ராஜபுதானுவிலுள்ள தொன்மையான சாய்க்கப்பட்டுள்ள க்வார்ட்ஸைட் பாறைப் படைகள். பாறைப் படைகளின் சாய்மானம் ஏறக்குறையச் செங்குத்தாக இருப்பதைக் காணலாம். அரிபடாப் பாறைப் படைகளாலான இக்குன்று ஹாக்பேக் எனப்படும்.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo : A. M. Heron



ராணிகஞ்ச் நிலக்கரி வயலில் குடியநாலா என்ற இடத்தில் நிலக்கரிப் படையை வெட்டும் மைகா-பெரிடோடைட் கிடைத்தீப்பாறை அடுக்கு. படிவுப் பாறைகள் தோன்றியபிறகு அப்பாறைப் படைகளின் படைத்தளத்தின் வழியாக லாவா கிடையாக நுழைந்து கெட்டியானதால் இத்தீப்பாறையடுக்குத் தோன்றியுள்ளது.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo : S. S. Ramarao

குஸ்டோர் என்னும் இடத்திற்கு அருகேயுள்ள காரிஜோரில் No. XV நிலக்கரிப் படைக்கு மேலேயுள்ள மைகா-பெரிடோடைட் கிடைத் தீப்பாறை நுழைவுக்கு மேலும் கீழும் படிவுப்பாறைகள் இருப்பதைக் காணலாம்.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo : C. S. Fox

சாணிகஞ்ச் நிலக்கரி வயலில் பூசை (Pusai) நிலக்கரிப் படையை வெட்டும் மைகா-பெரிடோடைட் டைக். பாறைப் படைகளின் படைத்தளங்களுக்குச் செங்குத்தாக லாவா நுழைந்து கெட்டியாகியதால் டைக் தோன்றியுள்ளது.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo : E. R. Gee

மங்க்ஷங்க் கணவாயின் தெற்கு வாயிலிலுள்ள கார்பானிபரஸ் காலத்திய சுண்ணம்புப் பாறையாலான ஓங்கல். பாறைப் படைகளின் மடிப்பாலான அமைப்பையும் ஓங்கலின் அடிப்பகுதியில் சிதைந்த பாறைத் துகள்களாலான உடைகற்குவைகளையும் கவனிக்கவும்.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo: C. I. Griesbach

வெப்புங் கணவாயின் மையப் பகுதியில் கார்பானிபரஸ் காலத்திய பாறைகளில் தோன்றியுள்ள பிளவு. பிளவுத்தளத்தின் சாய்வுக் கோணத்தையும் பாறைப் படைகளின் அமைப்பையும் கவனிக்கவும்.

(With the permission of the Director, Geological survey of India)
Photo: C. J. Griesbach

கலைச்சொல் அகராதி

ஆங்கிலம்—தமிழ்

Aa lava	ஆலாவா
Ablation	பனி அழிதல்
Accordant terraces	இணைத் திடல்கள்
Acid lava	அமிலலாவா
Active Volcano	உயிர்ப்பெரிமலை
Advanee	முன் நகர்தல்: முன்னடைதல்
Aggradation	(படிவதால்) சாய்வு அதிகரித்தல்
Airmass	வளிப்பகுதி
Albs	ஆல்ப்ஸ் (திட்டுகள்)
Algae	பாசி வகைகள்
Algal ridge	பாசிகளால் கட்டப்பட்ட மேடு
Alimentation	பனி ஊட்டம்
Alluvial fan	வண்டல் விசிறி
Alpine glacier	ஆல்பைன் பனியாறுகள்; மலைப் பனியாறுகள்
Angle of elevation	ஏற்றக்கோணம்
Angular momentum	கோணத்திணிவு வேகம்
Annular drainage	கங்கண வடிவவடிகால்
Antecedent rivers	முந்திய ஆறுகள்
Anticline	மேல் வளைவு
Apex	முனை
Arete	அரெட் (குன்றுத்தொடர்)
Artesian well	ஆர்ட்டிசியன் ஊற்று
Ash cone	சாம்பற் கூம்பு
Astronomy	வான இயல்
Atoll	கங்கண வடிவப்பார்
Avalanche	பனிச்சரிவு
Bajada	பஜாடா; மலையடிவண்டற்குவியல்
Bands	பட்டைகள்

Barchan	பார்க்கன்; குறுக்கு மணல் மேடு
Barrier reef	வேலிப்பார்
Basal sapping	கீழ்க் குடைவு
Basalt dome	பேசால்ட் குமிழ்
Base level of erosion	அரிப்பின் அடி மட்டம்
Basic lava	காரலாவா
Basin	கொப்பரைப் பள்ளம்
Basin plains	கொப்பரைப் பள்ளச் சமநிலங்கள்
Batholith	பேதொலித்
Baymouth bar	குடாமுக மணற்றடை
Beach	பீச்சு
Bergschrund	பெருவெடிப்பு
Bight	பெருங்குடா
Blocks	பிண்டங்கள்
Boat channel	படகு வாய்க்கால்
Bore	ஓதப் பேரலை
Boulder clay	பாறைக்களிமண்
Breakers	உடையலைகள்
Butte	மொட்டைக் குன்று
Calcium bi-carbonate	கேல்ஷியம் துவி கார்பனேட்
Calcium carbonate	கேல்ஷியம் கார்பனேட்
Caldera	எரிமலைப் பெருவாய்
Caves	குகைகள்
Centrifugal force	மையநீக்கவிசை
Centripetal force	மைய ஈர்ப்பு விசை
Chemical elements	இரசாயனத் தனிமங்கள்
Cinder	சிட்டக்கல்
Cirque glacier	சர்க்கு பனியாறு
Cliff	ஓங்கல்
Clint	க்ளிண்ட்
Coalescing	இணைந்த
Coast	கடலோர நிலப்பகுதி
Col	கணவாய்
Compensation	ஈடுபாடு; ஈடுசெய்தல்
Copmposite cone	கூட்டுக் கூம்பு
Compound scarps	கூட்டுச் சரிவுகள்
Compound shoreline	கூட்டுக் கடற்கரை
Compressional forces	அமுக்க விசைகள்
Concave	உட்குவிந்த
Concealed	மறைந்த

Continental glacier	கண்டப்பனியாறு
Continental shelf	கண்டத்திட்டு
Continental slope	கண்டச் சரிவு
Contraction	சுருங்குதல்
Covection	வெப்பச்சலனம்
Convection currents	வெப்பச் சலன ஓட்டங்கள்
Convergence	நெருங்குதல்
Convex	புறங்குவிந்த
Coral banks	முருகைப்பார் திட்டுகள்
Coral polyps	முருகைப் பல்லடியன்கள்
Coral reef	முருகைப் பார்
Core	மையப் பகுதி
Cove	சிறுகுடா
Crevasses	வெடிப்புகள்
Crest	முடி (அலையின்)
Cuesta	குயெஸ்டா
Cuspate foreland	கூருருவான முக்கோண வடிவ முள்ள·மணற் படிவுகள்
Cut off spur	வெட்டப்பட்ட கிளைக்குன்று
Debris slope	சிதைந்த பொருள்களாலான சரிவு
Deformation	உரு மாறுதல்
Degradation	(அரிப்பால்) சாய்வு குறைதல்
Desert	பாலை நிலம்
Diastrophism	ஒட்டு உரு அழிதல்
Diffraction	(அலைகளின்) திசை மாறல்
Discordant terraces	இணையில்லாத் திடல்கள்
Dislocation	நிலை குலைதல்
Distribution	பரவல்
Divergence	விரிவடைதல்
Doline	டோலிஞ
Dolomite	டாலமைட்டு
Dome	குமிழ்
Dormant volcano	உறங்கெரிமலை
Drift	நகர்தல்: இடப்பெயர்ச்சி
Drumlin	ட்ம்ரலின்
Dust storm	புழுதிப்புயல்
Earth	புவி
Earth movements	புவி அசைவுகள்
Earthquake	புவியதிர்ச்சி
Earthquake waves	புவியதிர்ச்சி அலைகள்

Earth's crust	புவியின் மேலோடு
Eccentricity	கோட்டம்
Ellipse	நீள் வட்டம்
Epeirogenetic movements	கண்டங்களின் ஆக்க அசைவுகள்
Epicentre	மேல் மையம்
Equilibrium slope	சமநிலைச் சரிவு
Erosion platform -	அரிமேடை
Erratics	பொருந்தாப் பாறைகள்
Eruption	கக்குதல்; பொங்குதல்
Esker	எஸ்கர்
Evolution	படிமுறை வளர்ச்சி
Explosion	வெடித்தல்
Extinct Volcano	அணைந்த எரிமலை
Faceted pebble	முப்பட்டைக் கற்கள்
Faros -	ஃபாரோஸ்
Fault	பிளவு
Fault line	பிளவுக் கோடு
Fault line scarp	பிளவுக் கோட்டுச் சரிவு
Fault scarp	பிளவுச் சரிவு
Fiard	ஃபியார்டு
Finger lakes	விரல் வடிவமுள்ள ஏரிகள்
Fiord	ஃபியர்டு
Firn	பனி மணிகள்
Fold	மடிப்பு
Foraminifera	பொராமினிபெரா
Fossil	ஃபாஸில்
Free face	பரப்பில் தோன்றும் பாறைப் பகுதி
Fretted upland	செதுக்கப்பட்ட மேட்டு நிலம்
Fringing reef	கரையோரப்பார்
Frost action	உறைபனிச் செய்கை
Fumarole	ஃப்யூமரோல்
Galaxy	நட்சத்திர மண்டலம்
Geological period	புவியமைப்புக் காலம்
Geosyncline	ஜியோசிங்க்ளைன்
Geyser	கொதிநீர் ஊற்று
Glacial peneplain	பனியாற்று அரிப்புச் சமநிலம்
Glacial period	பனிக்காலம்
Gorge	மலையிடுக்கு
Groove	நீண்ட பள்ளம்

Grooved upland	பள்ளங்களுடைய மேட்டு நிலம்
Hade	தகர்ச்சித்தளக் கோணம்
Hanging valley	தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு
Haystack hills	வைக்கோற்போர்க் குன்றுகள்
Headland	நீட்டு நிலம்
Helictite	ஹெலிக்டைட்
Hemisphere	அர்த்தகோளம்
Highland glacier	உயர்நிலப் பனியாறு
Hogback	ஹாக்பேக்
Honey comp weathering	தேன்கூட்டுச் சிதைவு முறை
Hooked spit	கொக்கி போன்ற ஸ்பிட்
Horizontal	கிடையான
Hot springs	வெந்நீர் ஊற்றுகள்
Hour glass	மணற்கடிகை
Hum	ஹம்
Ice Age	பனியுகம்
Ice berg	பனிப்பாறை
Ice cap	பனிக்கவிப்பு
Ice sheet	பனியடுக்கு
Ice stream	பனி அருவி
Impervious rock	நீர்புகாப் பாறை
Incised meander	அரித்து அழுந்திய வளைவுகள்
Indented shore	பல்லுருவக் கடற்கரை
Ingrown meander	உள் வளர்ந்த வளைவுகள்
Inner core	உள் மையப் பகுதி
Inselberg	தீவுக்குன்று
Interglacial period	இடைப் பனிக் காலம்
Interior drainage	உள்நாட்டு வடிகால்
Intrenched meander	பதிந்து அழுந்திய வளைவுகள்
Island arc	தீவுத் தோரணம்
Isoseismal line	சமபுவியதிர்ச்சிக்கோடு
Jetty	எறிகரை
Jupiter	வியாழன்
Kame	கேம்
Karst	கார்ஸ்ட்
Karst lakes	கார்ஸ்ட் ஏரிகள்
Knick point	நிக் பாயிண்ட்
Lagoon	காயல்
Lahar	லஹார்
Landscape	நிலத்தோற்றம்

Landward	நிலம் நோக்கி
Lapies	லப்பீ
Lapilli	சிறிய கற்கள்
Lateral consequent stream	பக்கவாட்டு விளைவருவி
Lateral erosion	பக்கவாட்டு அரிப்பு
Lateral moraines	பக்கங்களிலுள்ள மொரைன்கள்
Lava	லாவா
Levee ridge	உயரணைத்தொடர்
Limestone	சுண்ணும்புப்பாறை
Loess	காற்றடி வண்டல்
Longitudinal consequent stream	பிரதான விளைவருவி
Longitudinal dune	இணையான மணல் மேடுகள்
Longitudinal profile	நெடும்பக்கத் தோற்றம்
Longitudinal waves	நெடு அலைகள்
Longshore current	கரை ஒட்டிய நீரோட்டம்
Louderbacks	லௌடர் பேக்குகள்
Maar	மார் (ஏரி)
Magma	மேக்மா
Mangrove	சதுப்பு நிலக்காடு
Marl	சுண்ணும்புக் களிமண்
Mars	செவ்வாய்
Marsupial	மதலைப்பையுடைய மிருகம்
Matter horn	மேட்டர் ஹார்ன்
Meauder	மியாண்டர்; ஆற்று வளைவுகள்
Meander core	மியாண்டர் உள்ளீடு
Meander scar terraces	மியாண்டர் வடுத்திடல்கள்
Medial moraines	நடுவிலுள்ள மொரைன்கள்
Mercury	புதன்
Mesa	மேசை நிலம்
Mid-bay bar	மையக்குடா மணற்றடை
Milky way	பால் வழி
Moraines	மொரைன்கள்
Movement	அசைவு; நகர்தல்
Mushroom rock	காளான் பாறை
Nappes	உதைப்புப் பிண்டங்கள்
Natural bridge	இயற்கைப் பாலம்
Needle Karst region	ஊசிக் கார்ஸ்ட் பிரதேசம்
Neutral shoreline	நடுநிலையான கடற்கரை
Nucleus	கரு

Nuees ardentes	எரிமுகில்
Nunatak	நுனடக்
Obsepuent scarp	முரண் விளைவுச் சரிவு
Obsequent stream	முரண் விளைவருவி
Ocean	பெருங்கடல்
Ocean basin	கடலடித்தளம்
Offshore bar	கடற்கரையினின்று நீங்கிய மணற்றடை
Ooze	சேறு
Orogenesis	மலையாக்கம்
Orogenetic movements	மலையாக்க அசைவுகள்
Outer core	வெளிமையப் பகுதி
Out wash fan	(பனியாற்று) வண்டல் விசிறி
Out wash Plain	(பனியாற்று) வண்டற் சமவெளி
Pahoehoe lava	பஹோஹோ லாவா
Panfan	பான்ஃபேன்
Pedestal rocks	பீடப் பாறைகள்
Pediment	பெடிமெண்ட் ; மலையடித்தட்டு
Pediplan	பெடிபிளேன் ; மலையடித்தட்டுச் சமவெளி
Pendulum	ஊசலி
Peneplain	அரிப்பாலான சமநிலம்
Pervious rock	நீர்கொள் பாறை
Piedmont glacier	மலையடிப் பனியாறு
Piedmont slope	மலையடிச் சரிவு
Pillow lava	தலையணை போன்ற லாவா
Planet	கோள்
Planetesimal	கோள் அணு
Playa	ப்ளேயா
Plucking action	பறிக்கும் செயல்
Plug dome	அடைப்புக் குமிழ்
Plumb bob	எடை நூல் குண்டு
Pluto	ப்ளூடோ
Polje	போல்ஜே
Pore spaces	புரையிடங்கள்
Pot holes	குடக்குழிகள்
Prominences	சுவாலைகள்
Pumice	நுரைக்கல்
Pyramidal peaks	கோபுர வடிவ மலை முடிகள்
Pyroclast	பைரோக்ளாஸ்ட்

Radial drainage	ஆரவடிகால்
Radioactivity	கதிரியக்கம்
Range of temperature	வெப்ப வியாப்தி
Recession	பின்னடைதல் ; பின் நகர்தல்
Recumbent fold	படிந்த மடிப்பு
Reef flat	பார்மேடு
Reflection	பிரதிபலித்தல்
Refraction	(அலைகளின் போக்கில்) முறிவு
Rejuvenation	புத்துயிர்ப்பு
Relief	நிலத்தோற்றத்தின் வேற்றுமை
Resequent scarp	பிந்திய விளைவுச் சரிவு
Resequent stream	பிந்திய விளைவருவி
Residual mountains	மீதி மலைகள்
Resistant rock	(எளிதில்) அரிபடாப் பாறை
Resurrected	மீண்டும் உயிர்ப்பிக்கப்பட்ட
Retreat	பின்னடைதல் ; பின் நகர்தல்
Retrograde	வக்கிரமான
Revolution	சுற்றுதல்
Rhombus	சாய்வுச் சதுரம்
Ria	ரியா
Ridges	தொடர் குன்றுகள்
Rip	நீர்க் கொந்தளிப்பு
River capture	ஆற்றுக் கவர்வு
River system	ஆற்றுத் தொகுதி
River terraces	ஆற்றுத் திடல்கள்
Roche moutonne	செம்மறியாட்டுருப்பாறை
Rock basin	பாறைப் பள்ளம்
Rock defended terraces	பாறையால் பாதுகாக்கப்பட்ட திடல்கள்
Rock drumlin	பாறையாலான ட்ரம்லின்
Rock fan	பாறை விசிறி
Rock flour	பாறைப்பொடி
Rock step	பாறைப்படி
Ropy lava	கயிறு போன்ற லாவா
Rotation	சுழலுதல்
Sag and swell	மேடுபள்ளங்கள்
Salina	உப்புப் படுகை
Salt dome	உப்புக்குமிழ்
Salt marsh	உவர்ச் சேற்று நிலம்
Sand bar	மணற்றடை

Sand drift	மணல் திட்டு
Sand dune	மணல் மேடு
Sand hill	மணல் குன்று
Sand sheet	மணற் பரப்பு
Satellite	துணைக் கோள்
Saturated	நிரம்பிய
Saturn	சனி
Scoriae	ஸ்கோரைய்
Sea arch	பாறை வளைவு (கடற்கரையிலுள்ள)
Sea caves	கடற் குகைகள்
Sea ward	கடல் நோக்கி
Sea ward slope	கடல் நோக்கிய சரிவு
Seepage	சுவறல்
Seismic focus	புவியதிர்ச்சிக் குவியம்
Seismograph	புவியதிர்ச்சி பதி கருவி
Shear	முறிவு
Shear plane	முறிவுத்தளம்
Sheet flood	வழி நீர்ப் பெருக்கு
Shore	கடற்கரை
Shoreline of emergence	உயர்ந்த கடற்கரை
Shoreline of submergence	தாழ்ந்த கடற்கரை
Sinkhole	உறிஞ்சித்துளை
Snow field	பனிக்களம்
Snow flake	பனிப்படலம்
Snow line	பனிக்கோடு
Solar system	ஞாயிற்றுக் குடும்பம்
Solution	கரைதல்
Spatter cone	சிறிய லாவாக் கூம்பு
Spit	ஸ்பிட்
Spring	ஊற்று
Spur	கிளைக் குன்று
Stack	பாறைத் தீவு
Stalactite	கல்விழுது
Stalagmite	கல்முளை
Standing waves	நிலையலைகள்
Star cluster	நட்சத்திரக் கூட்டம்
Stream flood	அருவிப் பெருக்கு
Striae	கீறுகள்
Submarine platform	கடல்கீழ் மேடை

Submarine rock bar	கடல்கீழ் பாறைத் தடை
Submarine sand bar	கடல்கீழ் மணற்றடை
Submarine terrace	கடல்கீழ்த் திட்டு
Submergence	தாழ்தல்
Subsequent stream	பின்னமைந்த அருவி
Subsidence	தாழ்தல்
Sun	ஞாயிறு, சூரியன்
Superimposed	மேல் பதிந்த ; மேலமர்ந்த
Swallow hole	குடைவு (கரைதலால் தோன்றியது)
Swell	கொந்தளிப்பு
Syncline	கீழ் வளைவு
Tensional forces	இழுவிசைகள்
Terminal moraines	விளிம்பிலுள்ள மொரைன்கள்
Terrace	திடல் ; திட்டு
Tetrahedron	முக்கோணகோபுரம் (நான்கு பக்கங்களை உடையது)
Theodolite	தியோடலைட்டு
Through valley	தொடர்ச்சியான பள்ளத்தாக்கு
Thrust fault	உதைப்புப் பிளவு
Thrust plane	உதைப்புத் தளம்
Thunderstorm	இடியுடன் கூடிய புயல்
Till	பாறைக் களிமண்
Tilting	சாய்தல்
Tombolo	இணைக்கும் மணல் திட்டு
Transverse dune	குறுக்கான மணல் மேடுகள்
Travertine	ட்ராவெர்ட்டைன்
Trellis drainage	கொடிப் பின்னல் வடிகால்
Trench	அகழி
Tributary	துணையாறு
Tributary glacier	துணைப் பனியாறு
Trough	தாழி ; பள்ளம்
Truncated spur	வெட்டப்பட்ட கிளைக் குன்று
Tsunami	சூறைமி
Tunnel	சுரங்க வழி
Tuff	எரிமலைச் சாம்பற்கல்
Underground water	நில நீர்
Undertow	கீழிழுப்பு
Uniclinal	ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள
Universe	பிரபஞ்சம் ; அண்டம்

Uplift	உயர்தல்
Uranus	யுரேனஸ்
Uvala	உவாலா
Valley head	பள்ளத்தாக்குத் தலைப்பகுதி
Valley-in-valley	பள்ளத்தாக்கினுள் பள்ளத்தாக்கு
Valley plain terraces	பள்ளத்தாக்குச் சமநிலத் திடல்கள்
Venus	வெள்ளி
Volcanic ash	எரிமலைச் சாம்பல்
Volcanic bombs	எரிமலைக் குண்டுகள்
Volcanic breccia	எரிமலைப் பரற்பாறை
Volcanic cone	எரிமலைக் கூம்பு
Volcanic crater	எரிமலைவாய்
Volcanic dust	எரிமலைத் தூசி
Volcanic neck	எரிமலைக் கழுத்து
Volcanic skeleton	எரிமலையின் எலும்புக்கூடு
Volcano	எரிமலை
Waning slope	தேய்வு அடையும் சரிவு
Warping	பலகைவளைத்தல்
Watershed	நீர்பிரிநிலம்
Water table	நிலநீர்மட்டம்
Wave base	அலையின் அடி மட்டம்
Wave-cut platform	அலைகளின் அரிப்பாலான மேடை
Wave height	அலையின் உயரம்
Wave length	அலையின் நீளம்
Wave period	அலையின் காலம்
Wave velocity	அலையின் வேகம்
Waxing slope	பெருகும் சரிவு
Yardang	யார்டங்
Zeugen	சாய்கன்

தமிழ்—ஆங்கிலம்

அகழி	Trench
அசைவு	Movement
அடைப்புக் குமிழ்	Plug dome
அண்டம்	Universe
அணைந்த எரிமலை	Extinct volcano
அமில லாவா	Acid lava
அமுக்க விசைகள்	Compressional forces
அர்த்தகோளம்	Hemisphere
அரித்து அழுந்திய ஆற்று வளைவுகள்	Incised meanders
அரிப்பாலான சமநிலம்	Peneplain
அரிப்பின் அடிமட்டம்	Base level of erosion
அரிபடாப் பாறை	Resistant rock
அரிமேடை	Erosion platform
அருவிப் பெருக்கு	Stream flood
அரெட்	Arete
அலைகளின் அரிப்பாலான மேடை	Wave-cut platform
அலையின் அடிமட்டம்	Wave base
அலையின் உயரம்	Wave height
அலையின் காலம்	Wave period
அலையின் நீளம்	Wave length
அலையின் வேகம்	Wave velocity
ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று	Artesian Well
ஆரவடிகால்	Radial drainage
ஆல்ப்பைன் பனியாறுகள்	Alpine glaciers
ஆல்ப்ஸ்	Albs
ஆலாவா	Aa lava
ஆற்றுக் கவர்வு	River capture
ஆற்றுத் திடல்கள்	River terraces
ஆற்றுத் தொகுதி	River system
இடப்பெயர்ச்சி	Drift

இடியுடன் கூடிய புயல்	Thunderstorm
இடைப் பனிக்காலம்	Interglacial period
இணைக்கும் மணல் திட்டு	Tombolo
இணைத் திடல்கள்	Accordant terraces
இணைந்த	Coalescing
இணையான மணல் மேடுகள்	Longitudinal dunes
இணையில்லாத் திடல்கள்	Discordant terraces
இயற்கைப் பாலம்	Natural bridge
இரசாயனத் தனிமங்கள்	Chemical elements
இழு விசைகள்	Tensional forces
ஈடு செய்தல் ; ஈடுபாடு	Compensation
உட்குவிந்த	Concave
உடையலைகள்	Breakers
உதைப்புத்தளம்	Thrust plane
உதைப்புப் பிண்டங்கள்	Nappes
உதைப்புப் பிளவு	Thrust fault
உதைப்புக்குமிழ்	Salt dome
உப்புப் படுகை	Salina
உயர்தல்	Uplift
உயர்ந்த கடற்கரை	Shoreline of emergence
உயர் நிலப் பனியாறு	Highland glacier
உயரணைத் தொடர்	Levee
உயிர்ப்பெரிமலை	Active Volcano
உருமாறுதல்	Deformation
உவர்ச்சேற்று நிலம்	Salt marsh
உவாலா	Uvala
உள் நாட்டு வடிகால்	Inland drainage
உள் மையப் பகுதி	Inner core
உள் வளர்ந்த ஆற்று வளைவுகள்	Ingrown meanders
உறங்கெரிமலை	Dormant Volcano
உறிஞ்சித்துளை	Sink hole
உறைபனிச் செய்கை	Frost action
ஊசலி	Pendnlum
ஊசிக் கார்ஸ்ட் பிரதேசம்	Needle Karst region
ஊற்று	Spring
எடை நூல் குண்டு	Plumb bob
எரிமலை	Volcano
எரிமலைக் கழுத்து	Voloanic neck
எரிமலைக் குண்டுகள்	Volcanic bombs
எரிமலைக் கூம்பு	Volcanic cone

எரிமலைச் சாம்பல்	Volcanic ash
எரிமலைச் சாம்பற்கல்	Volcanic tuff
எரிமலைத் தூசி	Volcanic dust
எரிமலைப் பரற்பாறை	Volcanic breccia
எரிமலைப் பெருவாய்	Caldera
எரிமலையின் எலும்புக்கூடு	Volcanic skeleton
எரிமலைவாய்	Crater
எரிமுகில்	Nuees ardentes
எறிகரை	Jetty
எஸ்க்கர்	Esker
ஏற்றக்கோணம்	Angle of elevation
ஒட்டு உரு ஒழிதல்	Diastrophism
ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள	Uniclinal
ஓங்கல்	Cliff
ஓதப்பேரலை	Bore
ஃப்யூமரோல்	Fumarole
ஃபாரோஸ்	Faros
ஃபாஸில்	Fossil
ஃபியர்டு	Fiord
க்ளிண்ட்	Clint
கக்குதல்	Eruption
கங்கணவடிவப் பார்	Atoll
கங்கணவடிவ வடிகால்	Annular drainage
கடல்கீழ் திட்டு	Submarine terrace
கடல்கீழ் பாறைத்தடை	Submarine rock bar
கடல்கீழ் மணற்றடை	Submarine sand bar
கடல்கீழ் மேடை	Submarine platform
கடல் நோக்கி	Seaward
கடல் நோக்கிய சரிவு	Seaward slope
கடலடித்தளம்	Ocean basin
கடலோர நிலப்பகுதி	Coast
கடற்கரை	Shore
கடற்கரையினின்று நீங்கிய மணற்றடை	Offshore bar
கடற் குகைகள்	Sea caves
கண்டங்களின் ஆக்க அசைவுகள்	Epeirogenetic movements
கண்டச் சரிவு	Continental slope
கண்டத் திட்டு	Continental shelf
கண்டப் பனியாறு	Continental glacier
கணவாய்	Col

கதிரியக்கம்	Radioactivity
கயிறு போன்ற லாவா	Ropy lava
கரு	Nucleus
கரை ஒட்டிய நீரோட்டம்	Longshore current
கரைதல்	Solution
கரையோரப்பார்	Fringing reef
கல்முளை	Stalagmite
கல்விழுது	Stalactite
காயல்	Lagoon
கார்ஸ்ட்	Karst
கார்ஸ்ட் ஏரிகள்	Karst lakes
காரலாவா	Basic lava
காளான் பாறை	Mushroom rock
காற்றடி வண்டல்	Loess
கிடையான	Horizontal
கிளைக்குன்று	Spur
கீழ்க் குடைவு	Basal sapping
கீழ் வளைவு	Syncline
கீழிழுப்பு	Undertow
கீறுகள்	Striae
குகைகள்	Caves
குடக்குழிகள்	Pot holes
குடாமுக மணற்றடை	Bay mouth bar
குடைவு (கரைதலால் தோன்றியது)	Swallow hole
குமிழ்	Dome
குயெஸ்டா	Cuesta
குன்றுக்கான மணல் மேடுகள்	Barchan ; Transverse dumes
கூட்டுக் கடற்கரை	Compound shoreline
கூட்டுக் கூம்பு	Composite cone
கூட்டுச் சரிவுகள்	Compound scarps
கூருருவான முக்கோண வடிவமுள்ள மணற்படிவுகள்	Cuspate foreland
கேம்	Kame
கேல்ஷியம் கார்பனேட்	Calcium carbonate
கேல்ஷியம் துவிகார்பனேட்	Calcium bicarbonate
கொக்கி போன்ற ஸ்பிட்	Hooked spit
கொடிப் பின்னல் வடிகால்	Trellis drainage
கொதி நீர் ஊற்று	Geyser
கொந்தளிப்பு	Swell

கொப்பரைப்பள்ளச் சம நிலங்கள்	Basin plains
கொப்பரைப் பள்ளம்	Basin
கோட்டம்	Eccentricity
கோணத்திணிவு வேகம்	Angular momentum
சதுப்பு நிலக்காடு	Mangrove
சமநிலைச் சரிவு	Equilibrium slope
சம புவியதிர்ச்சிக் கோடு	Isoseismal line
சர்க்குப் பனியாறு	Cirque glacier
சனி	Saturn
சாம்பற் கூம்பு	Ash cone
சாய்கன்	Zeugen
சாய்தல்	Tilting
சாய்வு அதிகரித்தல் (படிவதால்)	Aggradation
சாய்வு குறைதல் (அரிப்பால்)	Degration
சாய்வுச் சதுரம்	Rhombus
சிட்டக் கல்	Cinder
சிதைந்த பொருள்களாலான சரிவு	Debris slope
சிறிய கற்கள்	Lapilli
சிறிய லாவாக் கூம்பு	Spatter cone
சிறு குடா	Cove
சுண்ணும்புக் களிமண்	Marl
சுண்ணும்புப் பாறை	Limestone
சுரங்க வழி	Tunnel
சுருங்குதல்	Contraction
சுவறல்	Seepage
சுவாலைகள்	Prominences (solar)
சுழலுதல்	Rotation
சுற்றுதல்	Revolution
சூரியன்	Sun
சூனமி	Tsunami
செதுக்கப்பட்ட மேட்டு நிலம்	Fretted upland
செம்மறியாட்டுருப் பாறை	Roche moutonnee
செவ்வாய்	Mars
சேறு	Ooze
ஞாயிற்றுக் குடும்பம்	Solar system
ஞாயிறு	Sun
ட்ரம்லின்	Drumlin
ட்ராவெர்ட்டைன்	Travertine
டாலமைட்	Dolomite
டோலின	Doline

தகர்ச்சித்தளக் கோணம்	Hade
தலையணை போன்ற லாவா	Pillow lava
தாழ்தல்	Submergence
தாழ்ந்த கடற்கரை	Shoreline of submergence
தாழி	Trough
திசை மாறல்	Diffraction
திட்டு	Terrace
திடல்	Terrace
தியோடலைட்டு	Theodolite
தீவுக்குன்று	Inselberg
தீவுத்தோரணம்	Island Arc
துணைக்கோள்	Satellite
துணைப் பனியாறு	Tributary glacier
துணையாறு	Tributary
தேய்வு அடையும் சரிவு	Waning Slope
தேன்கூட்டுச் சிதைவு முறை	Honey-comb weathering
தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு	Hanging valley
தொடர் குன்றுகள்	Ridges
தொடர்ச்சியான பள்ளத்தாக்கு	Through valley
நகர்தல்	Drift ; Movement
நட்சத்திரக் கூட்டம்	Star cluster
நட்சத்திர மண்டலம்	Galaxy
நடு நிலையான கடற்கரை	Neutral shoreline
நடுவிலுள்ள மொரைன்கள்	Medial moraines
நிக் பாயிண்ட்	Knick point
நிரம்பிய	Saturated
நிலத்தோற்றத்தின் வேற்றுமை	Relief
நிலத்தோற்றம்	Landscape
நிலநீர்	Underground water
நிலநீர் மட்டம்	Water table
நிலம் நோக்கி	Landward
நிலை குலைதல்	Dislocation
நிலையலைகள்	Standing waves
நீட்டு நிலம்	Headland
நீண்ட பள்ளம்	Groove
நீர் கொந்தளிப்பு	Rip
நீர்கொள் பாறை	Pervious rock
நீர் பிரி நிலம்	Water shed
நீர் புகாப் பாறை	Impervious rock
நீள்வட்டம்	Ellipse

நெடு அலைகள்	Longitudinal waves
நெடும் பக்கத் தோற்றம்	Longitudinal Profile
நெருங்கல்	Convergence
நுரைக்கல்	Pumice
நுனடக்	Nunatak
ப்ளூடோ	Pluto
ப்ளேயா	Playa
பக்கங்களிலுள்ள மொரைன்கள்	Lateral moraines
பக்கவாட்டு அரிப்பு	Lateral erosion
பக்கவாட்டு விளைவருவி	Lateral consequent stream
பட்டைகள்	Bands
படகு வாய்க்கால்	Boat channel
படிந்த மடிப்பு	Recumbent fold
படிமுறை வளர்ச்சி	Evolution
பதிந்து அழுந்திய ஆற்று வளைவுகள்	Intrenched meanders
பரப்பில் தோன்றும் பாறைப் பகுதி	Free face
பரவல்	Distribution
பல்லுருவக் கடற்கரை	Indented shore
பலகை வளைத்தல்	Warping
பள்ளங்களுடைய மேட்டு நிலம்	Grooved upland
பள்ளத்தாக்கினுள் பள்ளத்தாக்கு	Valley-in-valley
பள்ளத்தாக்குச் சமநிலத் திடல்கள்	Valley plain terraces
பள்ளத்தாக்குத் தலைப்பகுதி	Valley head
பள்ளம்	Trough Basin
பறிக்கும் செயல்	Plucking action
பனி அருவி	Ice stream
பனி அழிதல்	Ablation
பனி ஊட்டம்	Alimentation
பனிக் கவிப்பு	Ice cap
பனிக்களம்	Snow field
பனிக்காலம்	Glacial period
பனிக்கோடு	Snow line
பனிச்சரிவு	Avalanche
பனிப்படலம்	Snow flake
பனிப்பாறை	Ice berg
பனி மணிகள்	Firn
பனியடுக்கு	Ice sheet

பனியாற்று அரிப்புச் சமநிலம்	Glacial peneplain
பனியுகம்	Ice Age
பஜாடா	Bajada
பஹோ ஹோ லாவா	Pahoehoe lava
பாசிகளால் கட்டப்பட்ட மேடு	Algal ridge
பாசிவகைகள்	Algae
பார்க்கன்	Barchan
பார்மேடு	Reef flat
பால் வழி	Milky way
பாலை நிலம்	Desert
பாறைக் களிமண்	Boulder clay
பாறைத் தீவு	Stack
பாறைப் படி	Rock step
பாறைப் பள்ளம்	Rock basin
பாறைப் பொடி	Rock flour
பாறையால் பாதுகாக்கப்பட்ட திடல்கள்	Rock defended terraces
பாறை வளைவு	Sea arch
பாறை விசிறி	Rock fan
பான்ஃபேன்	Pan fan
பிண்டங்கள்	Blocks
பிந்திய விளைவருவி	Resequent stream
பிந்திய விளைவுச் சரிவு	Resequent scarp
பிரதான வளைவருவி	Longitudinal consequent stream
பிரதிபலித்தல்	Reflection
பிரபஞ்சம்	Universe
பிளவு	Fault
பிளவுக்கோட்டுச் சரிவு	Fault line scarp
பிளவுக் கோடு	Fault line
பிளவுச் சரிவு	Fault scarp
பின் நகர்தல் ; பின்னடைதல்	Retreat ; Recession
பின்னமைந்த அருவி	Subsequent stream
பீச்சு	Beach
பீடப் பாறைகள்	Pedestal rocks
புத்துயிர்ப்பு	Rejuvenation
புதன்	Mercury
புரையிடங்கள்	Pore spaces
புவி	Earth
புவி அசைவுகள்	Earth movements

புவியதிர்ச்சி	Earthquake
புவியதிர்ச்சி அலைகள்	Earthquake waves
புவியதிர்ச்சிக் குவியம்	Seismic focus
புவியதிர்ச்சிபதி கருவி	Seismograph
புவியமைப்புக் காலம்	Geological period
புவியின் மேலோடு	Earth's crest
புழுதிப் புயல்	Dust storm
புறங்குவிந்த	Convex
பெடிபிளேன்	Pediplain
பெடிமெண்ட்	Pediment
பெருகும் சரிவு	Waxing slope
பெருங்கடல்	Ocean
பெருங்குடா	Bight
பெருவெடிப்பு	Bergschrund
பேசால்ட் குமிழ்	Basalt dome
பேதொலித்	Batholith
பைரோக்ளாஸ்ட்	Pyroclast
பொங்குதல்	Eruption
பொராமினிப்பெரா	Foraminifera
பொருந்தாப் பாறைகள்	Erratics
போல்ஜே	Polje
மடிப்பு	Fold
மணல் குன்று	Sand hill
மணல் திட்டு	Sand drift
மணல் பரப்பு	Sand sheet
மணல் மேடு	Sand dune
மணற் கடிகை	Hour glass
மணற்றடை	Sand bar
மதலைப்பையுடைய மிருகம்	Marsupial
மலைப் பனியாறுகள்	Mountain glaciers
மலையடிச் சரிவு	Piedmont slope
மலையடித் தட்டு	Pediment
மலையடித் தட்டுச் சமவெளி	Pediplain
மலையடிப் பனியாறு	Piedmont glacier
மலையடி வண்டற் குவியல்	Bajada
மலையாக்க அசைவுகள்	Orogenic Movements
மலையாக்கம்	Orogenesis
மலையிடுக்கு	Gorge
மறைந்த	Concealed
மார்	Maar

மியாண்டர்	Meander
மியாண்டர் உள்ளீடு	Meander core
மியாண்டர் வடுத்திடல்கள்	Meander scar terraces
மீண்டும் உயிர்ப்பிக்கப்பட்ட	Resurrected
மீதி மலைகள்	Residual mountains
முக்கோண கோபுரம்	Tetrahedron
முடி	Crest
முந்திய ஆறுகள்	Antecedent streams
முப்படைக் கற்கள்	Faceted pebbles
முரண் விளைவருவி	Obsequent stream
முரண் விளைவுச் சரிவு	Obsequent scarp
முருகைப் பல்லடியன்கள்	Coral polyps
முருகைப் பார்	Coral reef
முருகைப் பார் திட்டுகள்	Coral banks
முறிவு	Shear
முறிவு (அலைகளின் போக்கில்)	Refraction
முறிவுத்தளம்	Shear plane
முன் நகர்தல்; முன்னடைதல்	Advance
முனை	Apex
மேக்மா	Magma
மேசை நிலம்	Mesa
மேட்டர் ஹார்ன்	Matter horn
மேடு பள்ளங்கள்	Sag and swell
மேல் அமர்ந்த; மேல் பதிந்த	Superimposed
மேல் மையம்	Epicentre
மேல் வளைவு	Anticline
மைய ஈர்ப்பு விசை	Centripetal force
மையக்குடா மணற்றடை	Mid-bay-bar
மைய நீக்க விசை	Centrifugal force
மையப் பகுதி	Core
மொட்டைக் குன்று	Butte
மொரைன்கள்	Moraines
யார்டங்	Yardang
யுரேனஸ்	Uranus
ரியா	Ria
லப்பீ	Lapies
லஹார்	Lahar
லௌடர் பேக்குகள்	Louderbacks
வக்கரமான	Retrograde
வண்டல் விசிறி	Alluvial fan

வண்டல் விசிறி (பனியாற்று)	Out wash fan
வண்டற் சமவெளி (பனியாற்று)	Outwash plain
வழிநீர்ப் பெருக்கு	Sheet flood
வளிப்பகுதி	Airmass
வான இயல்	Astronomy
வியாழன்	Jupiter
விரல் வடிவமுள்ள ஏரிகள்	Finger lakes
விரிவடைதல்	Divergence
விளிம்பிலுள்ள மொரைன்கள்	Treminal moraines
வெட்டப்பட்ட கிளைக்குன்று	Truncated spur
வெடித்தல்	Explosion
வெடிப்புகள்	Crevasses
வெந்நீர் ஊற்றுக்கள்	Hot springs
வெப்பச் சலன ஓட்டங்கள்	Convection currents
வெப்பச் சலனம்	Convection
வெப்ப வியாப்தி	Range of temperature
வெள்ளி	Venus
வெளியமைப் பகுதி	Outer core
வேலிப் பார்	Barrier reef
வைக்கோற்போர்க் குன்றுகள்	Haystack hills
ஜியோஜிங்க்ளைன்	Geosyncline
ஸ்கோரை	Scoriae
ஸ்பிட்	Spit
ஹம்	Hum
ஹாக்பேக்	Hokback
ஹெலிக்டைட்	Helictite

பல்கலைக்கழக வினாத்தாள்களிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வினாக்கள்

1. முக்கியமான பாறை வகைகளை விவரித்து ஏதேனும் ஒரு வகையின் தோற்றத்தைப் பற்றி விளக்குக.
(Sept. 1958.)

2. படிவுப் பாறைகளை வகைப்படுத்தும் முறை யாது? ஏதேனும் ஒரு வகையைச் சேர்ந்த படிவுப்பாறைப் பிரதேசத்தில் உருவாகும் நிலத் தோற்றத்தை விவரிக்கவும்.
(March, 1953.) (Sept. 1960.)

3. பாறைகள் தோன்றும் முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவைகளை வகைப்படுத்தவும். (Sept. 1955.)

4. படிகங்களாலான பாறைகளுக்கும் படிவுப் பாறைகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகளை எவ்வாறு அறிய முடியும்? கிரானைட் பாறையாலான பிரதேசத்தின் சிறப்பான நிலத் தோற்றத்தை விவரி. (Sept. 1950.)

5. பாறைகளை அவை தோன்றும் முறை, தொன்மை, தோற்றம் இவைகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்து. சான்றுகளைக் குறிப்பிடுக. (March, 1956.)

6. பாறைகள் பழைய வரலாற்றைக் குறிப்பிடும் ஏடுகளாகவும், தற்காலத்திய நிலத்தோற்றத்திற்கு அடிப்படையாகவும் இருப்பதை விளக்குக. (March, 1954.)

7. தீப்பாறைகளை எவ்வாறு வகைப்படுத்தலாம்? ஏதேனும் ஒரு வகைத் தீப் பாறையைத் தேர்ந்தெடுத்து, நிலத் தோற்றங்களின் தன்மையை அப்பாறை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்று விவரிக்கவும். (Sept. 1953.)

8. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள பாறைகள் காணப்படும் பிரதேசங்களின் சிறப்பான நிலத் தோற்றங்களையும், அங்

நிலத் தோற்றங்கள் தோன்றும் முறைகளையும் விவரிக்கவும்.

சுண்ணாம்புப் பாறை ; கிரானைட் ; களிமண் பாறை.
(March, 1960.)

9. பொறிமுறை மற்றும் இரசாயன முறையில் பாறைகளின் சிதைதலைப் பாதிக்கும் காரணிகளை ஆராய்க. சான்றுகள் தருக. (April, 1962.)

10. இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் அடிப்படைக் கருத்தை விரிவாக ஆராய்க. (Sept. 1950.) (April, 1962.)

11. மடிப்பாலான பாறை அமைப்புடைய பிரதேசத்திலும், ஒரு பக்கச் சாய்வுள்ள பாறை அமைப்புடைய பிரதேசத்திலும் இரண்டாவது அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியின் வளர்ச்சியை ஆராய்க. இந்தியாவிலிருந்து சான்றுகளைத் தருக. (April, 1961.)

12. அடுத்தடுத்து இயங்கும் இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சிகளின் கருத்தை விளக்குக. இக்கருத்தை விளக்கத் தேவையான படங்களை வரைக. (April, 1960.)

13. ஆறுகளுக்கும் பனியாறுகளுக்கும் இடையே அரிப்புத் திறனில் உள்ள வேறுபாட்டை விளக்குக. (March 1960.)

14. "நில அமைப்பும், அரிப்புச் செய்முறையும், அதன் நிலையும் நிலத்தோற்றங்களை உருவாக்குகின்றன". இக்கருத்தை விரிவாக ஆராய்க. (Sept. 1960.) (Sept. 1957.)

15. அரிப்பாலான சமநிலம் என்றால் என்ன? அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியில் இச்சமநிலத்தின் முக்கியத்துவத்தை எடுத்துக் கூறுக. (Sept. 1957.)

16. இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சியில் ஆறுகளின் செயலை விளக்குக. (Sept. 1954.)

17. இயல்பான அரிப்புச் சக்கரச் சுழற்சி என்றால் என்ன? ஆறுகளின் படிமுறை வளர்ச்சியில் இளமை முதிர்ச்சி மற்றும் மூப்பு நிலைகளில் உருவாகும் சிறப்பான நிலத்தோற்றங்களை விவரி. (Sept. 1951)

18. நிலத் தோற்றங்களை உருவாக்குவதில் ஆறுகளின் செயலை விவரி. கங்கை அல்லது காவிரி ஆற்றைச் சான்றாகக் கொண்டு விடையளிக்கவும். (Sept. 1956.)

19. ஆற்றுத் திடல்களின் வகைகளைக் கூறுக. இத் திடல்கள் தோன்றும் முறைகளையும், அவை வளர்ச்சியடைவதையும் விளக்குக. (Sept. 1952.)

20. சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தின் சிறப்புக் கூறுகளை விவரித்து அவை தோன்றும் முறையை விளக்குக. (Sept. 1954.)

21. சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றும் முறைகளையும், அந்நிலத் தோற்றங்களின் சிறப்புக் கூறுகளையும் விவரி. இந்தியாவிலிருந்து சான்றுகளைக் கொடுக்கவும். (Sept. 1951.)

22. கார்ஸ்ட் நிலத் தோற்றங்களின் சிறப்புக் கூறுகளை விவரித்து அவை தோன்றக் காரணங் கூறுக. (March, 1958.)

23. புவிப் பரப்பில் பாலை நிலங்களின் பரவலையும், பாலை நிலங்கள் தோன்றக் காரணங்களையும் விவரிக்கவும். (Sept. 1954.)

24. பாலை நிலங்களிலுள்ள நிலத் தோற்றங்களின் சிறப்புக் கூறுகளை விவரித்து அவை தோன்றக் காரணங் கூறுக. (March. 1954.) (Sept. 1956.) (March, 1957.)

25. பாலைநிலங்களிலும் மிதவறட்சியுடைய பிரதேசங்களிலும் நிலத்தோற்றங்கள் உருவாகும் முறைகளையும், அவைகளின் படிமுறை வளர்ச்சியையும் விளக்குக. (Sept. 1952)

26. பனிப்பரவலால் பாதிக்கப்பட்ட மலைத்தொடர்களில் தோன்றியுள்ள நிலத் தோற்றங்களின் சிறப்புக் கூறுகளை ஆராய்க. இவை பனிப் பரவலால் பாதிக்கப்பட்ட சமவெளிகளில் உள்ள நிலத் தோற்றங்களிலிருந்து எவ்வாறு வேறுபட்டுள்ளன என்று கூறுக. (April. 1960.)

27. நிலத் தோற்றங்களையும் வடிகாலமைப்பையும் பனிப்பரவல் எவ்வாறு பாதிக்கிறது? ஏதேனும் ஒரு பிரதேசத்தைச் சான்றாகக் கொண்டு விளக்குக. (March, 1959.)

28. பனிப்பரவலால் பாதிக்கப்பட்ட பிரதேசத்தின் சிறப்புக் கூறுகளை விவரிக்கவும். சான்றுகளைத் தருக. (March, 1956.)

29. பனியாறுகளால் மலைத்தொடர்களில் உருவாகும் நிலத் தோற்றங்களை ஆராய்க. (March, 1953.)

30. பனியாறுகளின் வகைகளைக் கூறுக. கண்டப் பனியாறுகளால் பாதிக்கப்பட்ட ஏதேனும் ஒரு பிரதேசத்தைச் சான்றாகக் கொண்டு அங்குத் தோன்றியுள்ள பனியாற்று - அருவிப் படிவுகளை விவரி. (Sept. 1951.)

31. பனியாற்றுப் படிவுகளையும் பனியாற்று - அருவிப் படிவுகளையும் ஒப்பிட்டு இவைகளுக்கு இடையே உள்ள வேறுபாடுகளைக் கூறுக. வட அமெரிக்காவில் பண்டைய பனிப் பரவலை எடுத்துக்காட்டும் சான்றுகள் எவை? (Sept. 1960.)

32. கடற்கரையின் ஒழுங்கையும் அதன் சிறப்புக் கூறுகளையும் பாதிக்கும் காரணிகளை விவரி. (Sept. 1956.)

33. முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிய கருத்துக்களை விளக்குக. (Sept. 1954.) (March, 1957.)

34. புவியின் தோற்றத்தைப் பற்றிய கருத்துக்களைக் கூறு. ஓதவிசைக் கொள்கையை விவரி. (March, 1956.) (March, 1958.)

35. புவியின் உள் அமைப்பைப் பற்றி எழுதுக. புவியதிர்ச்சிகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியிலிருந்து புவியின் உள் அமைப்பைப் பற்றிக் கிடைக்கும் முடிவுகளைக் கூறுக. (March, 1957.)

36. சமநிலைத் தன்மைக் கொள்கையின் வளர்ச்சியை ஆராய்ந்து பிராட் கூறிய கருத்துக்கும், எய்ரியினுடைய கருத்துக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகளை எடுத்துரைக்கவும். (April, 1961.)

37. வெகனருடைய கண்ட இடப்பெயர்ச்சிக் கொள்கையை ஆராய்க. (Sept; 1957.) (March, 1958.)

38. கடலடித் தளங்கள் நிலையாக இருக்கின்றன என்ற கொள்கைக்கு அடிப்படையாக விளங்கும் விவரங்களை ஆராய்க. (Sept. 1960.)

39. வெகனருடைய கண்ட இடப்பெயர்ச்சிக் கொள்கையைக் கொண்டு கண்டங்கள் மற்றும் பெருங்கடல்களின் தற்போதைய பரவலை எவ்வாறு விளக்க முடியும். (April, 1960) (April, 1962.)

40. "ஜியோசிங்க்ளைன்களிலிருந்து மலைத்தொடர்கள் உருவாகியிருக்கின்றன".—இமயமலை அல்லது ஆல்ப்ஸ் மலையைச் சான்றாகக் கொண்டு இக்கருத்தினை விளக்குக. (April, 1961.)

41. புவியின் பிரதானமான நிலத்தோற்றங்களை விளக்குவதற்கு ஜியோசிங்க்ளைன்களின் முக்கியத்துவத்தை மதிப்பிடுக. (March, 1959.)

42. புவியின் மேற்பரப்பில் சில நிலத் தோற்றங்கள் தோன்றுவதைப் புவியினுள்ளே இயங்கும் கதிரியக்கத்தினால் விளக்க முடியும் என்பதை ஆராய்க. (Sept. 1955.)

43. மலையாக்க அசைவுகள் என்றால் என்ன? கீழ்க்கண்டவற்றைச் சுருக்கமாக விளக்குக :—

ஜியோசிங்க்ளைன்; பின்னிலம்; முன்னிலம்; மலையிடைப் பகுதி. (March, 1957.)

44. புவியின் மேலோட்டில் செங்குத்து அசைவுகளால் உருவாகும் நிலத் தோற்றங்களை விவரி. (Sept 1958.)

45. கீழே கொடுக்கப்பட்டவைகளில் எவையேனும் மூன்றைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுதுக.

முந்திய வடிகால்; புவியதிர்ச்சியின் மேல்மையப் பிரதேசம்; மணல் மேடுகளின் இடப் பெயர்ச்சி; பனியடுக்கின் மேலுள்ள வெடிப்புகள்; அரிப்பாலான சமநிலம். (March, 1960.)

46. கீழே கொடுக்கப்பட்டவைகளில் எவையேனும் மூன்றைப் பற்றிக் குறிப்பு எழுது.

ஆற்றுக் கவர்வு; முந்திய வடிகால்; மூழ்கிய காடுகள்; எரிமலைப் பெருவாய். (March, 1957.)

47. கீழே கொடுக்கப்பட்டவைகளில் எவையேனும் மூன்றைப் பற்றிக் குறிப்பு எழுதுக :—

தகடரிப்பு; மோனட்னாக்; உள்நாட்டு வடிநிலம்; புத்துயிர்ப்பு. (March, 1959.)

48. கீழே கொடுக்கப்பட்டவைகளில் எவையேனும் இரண்டைப்பற்றிக் குறிப்பு எழுதுக :—

பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகள், ஜியோசிங்க்ளைன், பனியாற்று அருவிப் படிவுகள். (April, 1962.)

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

சென்னை.

1971 ஜூலை வரை வெளியிட்டுள்ள நூல்கள்

பொருளாதாரம்

				ரூ.	காசு
*1.	பொருளாதாரம்—I	...	சி. வேலாயுதம்	... 6	50
*1-A	,, II	...	,,	... 9	00
*2.	சோவியத் பொருளாதார வளர்ச்சி	...	டாக்டர் எம். ஜே. கே. தவராஜ்	... 4	25
*3.	அமெரிக்கப் பொருளாதாரம்	...	,,	... 4	50
*4.	பொருளாதாரச் சிந்தனை வரலாறு	...	சோணாசலம்	... 7	00
*5.	பன்னாட்டு வாணிபம்	...	மு. ஆரோக்கியசாமி	... 6	00
6.	புதுமைப் பொருளாதாரக் கூறுகள்	...	திருமதி. ஆர். தாமரஜாட்சி	... 12	00
7.	பொருளாதாரம் ஓர் அறிமுகம்—I	...	தி. சி. மோகன்	... 12	00
8.	,, II	...	எம். ஏ. அபூர்வசாமி, பி. வி. ஸ்ரீநிவாசன்	... 10	75
9.	பொருளாதாரக் கோட்பாடு வளர்ந்த வரலாறு		க. முத்தையன்	... 7	00
*10.	பணவியலும் பாங்கியலும்—I	...	சி. வேலாயுதம்	... 6	75
*11.	,, II	...	,,	... 11	50
12.	நவீன பாங்கு இயல்	...	க. வெற்றிவேல்	... 5	00
*13.	இந்தியச் செலாவணியும் பாங்கு முறையும்	...	பி. வி. ஸ்ரீநிவாசன்	... 5	50
*14.	அரசாங்க நிதி இயல்	...	அர. சேஷாசலம்	... 4	75

*மூல நூல் (Original Book)

பொருளாதாரம்—(தொடர்ச்சி)

			ரூ.	காசு
15.	இந்தியப் பொருளியல்—I	எம். பாலசுப்பிரமணியன்	10	00
16.	,, II	எம். லூர்துநாதன்	4	25
17.	நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை—I	சி. சுந்தரராஜன்	10	75
18.	,,	எஸ். குழந்தைநாதன்	10	50
19.	இங்கிலாந்தின் பொருளாதார வரலாறு—I	கி. சீ. இராமசாமி	6	00
20.	,,	,,	5	00
21.	அமெரிக்காவின் நவீன பொருளாதார வளர்ச்சி	தி. சி. மோகன்	5	00
22.	அமெரிக்கப் பொருளாதார வரலாறு—I	மு. க. சுப்பிரமணியம்	11	00
23.	,, II	பி. வி. சீநிவாசன்	6	00
24.	,, III	,,	6	50
25.	அரசாங்க நிதியியலின் பொருளாதாரம்—I	மா. குமாரசாமி	10	00
26.	,, II	அர. சேஷாசலம்	9	50
27.	இந்தியாவின் பொருளாதார வளர்ச்சி—I	தே. வேலப்பன்	10	00
28.	,, II	ஜி. சிதம்பரம்	8	00
29.	பணம்—சிறு விளக்கம்	கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	10	00
*30.	வணிக இயலின் தத்துவங்கள்	கு. ஆளுடையபிள்ளை	9	50
31.	பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் கிரேட் பிரிட்டனில் தொழில்-வணிகப் புரட்சி	சு. ரா. கருப்பண்ணன்	11	00
32.	பென்ஹாம் பொருளாதாரம்—I	ஏ. குழந்தை	11	00
33.	,, II	எஸ். குழந்தைநாதன்	7	00
*34.	வரவு செலவுத் திட்டம்	ஆர். ரங்காச்சாரி	6	00
35.	பன்னாட்டுப் பொருளாதாரம்—I	ஏ. குழந்தை	7	50
36.	,, II	கே. எஸ். இராமசாமி	9	00

37.	பொருளாதார ஆய்வு நூல்—I	கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	7	75
38.	,, II	,,	7	00
39.	வளர்ச்சியுருத நாடுகளின் அரசாங்க நிதியியல்	க. வெற்றிவேல்	4	25
40.	வளர்ச்சி குறைந்த நாடுகளில் முதலாக்கம் பற்றிய சிக்கல்கள்	மா. குமாரசாமி	5	50
41.	1939 முதல் இந்தியாவில் பணவீக்க விலைப் போக்குகள்	சி. சுந்தரராஜன்	7	50
42.	பொருளாதார வளர்ச்சிபற்றிய கட்டுரைகள்	எம். கே. சுப்பிரமணியம்	7	75
43.	இந்தியப் பொருளாதார வரலாறு (1857—1956)—I	ம. திருநாவுக்கரசு	7	00
44.	பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம்	பு. வி. சீனிவாசன்	6	25

வரலாறு

*45.	பிரிட்டன் வரலாறு—I	கி. ர. அனுமந்தன்	4	50
*46.	,, II	,,	3	50
*47.	,, III	,,	7	25
*48.	ஐரோப்பிய வரலாறு—I (கி.பி. 895—1500)	டி. வி. சொக்கப்பா	3	75
*49.	,, II	என். ஜே. இராஜகோபால்	5	50
50.	ஐரோப்பா—கடந்த ஐந்து நூற்ருண்டுகாலச் சரித்திரம்	வை. விருத்தகிரீசன்	15	00
51.	இங்கிலாந்து வரலாறு—I	இரா. அண்ணுமலை	13	00
52.	,, II	பா. மாணிக்கவேலு	8	00
53.	,, III	என். ஜே. ராஜகோபால்	8	00
54.	,, IV	,,		

*மூல நூல் (Original Book)

வரலாறு—(தொடர்ச்சி)

	Title		Author	ரூ.	காசு
55.	இங்கிலாந்தின் வரலாறு—I	...	க. த. திருநாவுக்கரசு ...	15	00
56.	,, II	...	எம். எக்ஸ். மிராண்டா ...	8	00
57.	,, III	...	,, ...	5	00
58.	இந்தியாவின் சிறப்பு வரலாறு—I	...	தி. வெ. குப்புசாமி ...	5	00
59.	,, II	...	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப் ...	6	00
60.	,, III	...	அ. பாண்டுரங்கன் ...	7	25
61.	கிரேக்கநாட்டு வரலாறு—I	...	சைமன் ஐ. எஸ். பாக்கியநாதன் ...	7	50
62.	,, II	...	,, ...	7	00
63.	,, III	...	பி. இராமாநுஜம் தேவதாஸ் ...	7	75
64.	ஆக்ஸ்போர்டின் இந்திய வரலாறு—I	...	தி. வெ. குப்புசாமி ...	8	25
65.	,, II	...	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப் ...	7	50
66.	,, III	...	க. த. திருநாவுக்கரசு ...	10	50
67.	முகலாயப் பேரரசு—I	...	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப், எம். எக்ஸ். மிராண்டா ...	7	50
68.	,, II	...	எம். எக்ஸ். மிராண்டா, பா. மாணிக்கவேலு ...	7	75
69.	ஆங்கில அரசியலமைப்பின் வரலாறு—I	...	வை. விருத்தகிரீசன் ...	7	50
70.	,, II	...	வை. விருத்தகிரீசன், இரா. அண்ணமலை ...	6	75
71.	,, III	...	இரா. அண்ணமலை, பா. மாணிக்கவேலு ...	6	50
72.	,, IV	...	பா. மாணிக்கவேலு ...	7	00
73.	ஆங்கிலேயரின் சமுதாய வரலாறு—I	...	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன் ...	6	50
74.	,, II	...	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன், இர. ஆலாலசுந்தரம் ...	6	75
75.	,, III	...	ஆர். ஆலாலசுந்தரம் ...	6	50
76.	இந்தியாவில் முகலாயரின் ஆட்சி—I	...	பா. மாணிக்கவேலு ...	5	00
77.	,, II	...	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப் ...	6	00

அரசியல்

78.	அரசியல் அமைப்புகள்	ஜே. இராமச்சந்திரன்	4	62
79.	அரசாங்கத்தின் வரலாறு	மோ. கிளாரன்சு, டி. டி. பெலிக்ஸ்	7	50
*80.	இந்திய அரசியலமைப்பு	வீ. கண்ணையா	4	75
81.	அரசியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	டி. செல்லப்பா	8	50
82.	தற்கால அரசியல் அமைப்புகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	8	50
83.	பன்னாட்டு அரசியல்—I	திருமதி. நூர்ஜஹான் பாவா	16	00
84.	,, II	,,	13	25
85.	பொதுத்துறை ஆட்சி இயல்—I	வீ. கண்ணையா	9	00
86.	,, II	இ. ஜெகதீசன்	7	25
87.	பொதுத்துறை ஆட்சியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	வீ. கண்ணையா	7	50
88.	,, II	டி. செல்லப்பா	7	50
89.	இந்திய அரசியலமைப்புத் திட்டம்	தி. வெ. குப்புசாமி, எஸ். சுப்பிரமணியன்	9	25
90.	இந்திய ஆட்சி அமைப்புமுறை வளர்ச்சி—I	வீ. கண்ணையா	6	25
91.	,, II	வீ. கண்ணையா, கி. ர. அனுமந்தன்	5	75
92.	,, III	கி. ர. அனுமந்தன்	7	25
*93.	மக்கள் ஆட்சி	க. சந்தானம்	4	25
94.	1919 முதல் சர்வதேச உறவுகளும் உலக அரசியலும்—I	என். ஜே. ராஜகோபால்	7	75
95.	சமூக அரசியல் கொள்கையின் அடிப்படைகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	7	00
96.	அரசியலமைப்புச் சட்ட ஆய்வுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	பா. சூரியநாராயணன்	5	75

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	காசு
அரசியல் (தொடர்ச்சி)				
97.	அரசியலமைப்புச் சட்ட ஆய்வுக்கு ஓர் அறிமுகம்—II	பா. சூரியநாராயணன், கி. ர. அனுமந்தன்	6	00
98.	,, III	கி. ர. அனுமந்தன்	5	75
உளவியல்				
99.	குழந்தை உளவியல்—I	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	8	00
100.	,, II	,,	7	00
101.	உட்கவர் மனம்	சி. ந. வைத்தீஸ்வரன்	7	00
102.	இளையோர் உளவியல்—I	தி. இரா. அரங்கராசன்	12	00
103.	,, II	,,	9	00
104.	சமூக உளவியல்	என். வேதமணி மானுவேல்	9	25
105.	பிறழ்நிலை உளவியல்	அ. பெசன்ட் கிரீப்பர்ராஜ்	11	00
106.	பித்தரின் உள்ளம்	,,	3	00
*107.	குமர உள்ளம்	டாக்டர் மு. அறம்	6	25
*108.	உளநலவியல்	டாக்டர் தா. ஏ. சண்முகம்	6	00
தத்துவம்				
109.	இந்து சமயத் தத்துவம்	ஞா. ராஜாபகதூர்	5	50
*110.	அறிவு ஆராய்ச்சி இயல்	ஆர். இராமானுஜாச்சாரி	3	50
*111.	மேலைநாட்டுத் தத்துவம்	ஆர். எஸ். தேசிகன்	3	50
112.	அத்துவித தத்துவம்	கோ. மோ. காந்தி	6	50
113.	ஆங்கிலேயப் பயன்வழிக் கொள்கையினர்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	5	50

114.	இந்தியத் தத்துவம்—I	வ. அ. தேவசேனபதி, பா. நா. சண்முகசுந்தரம்	3	50
115.	,, II	,,	6	00
116.	மெய்ப்பொருளியல்—ஓர் அறிமுகம்—I	சி. இராமலிங்கம்	6	00

அறவியல்

117.	அறவியல்—ஓர் அறிமுகம்	கோ. மோ. காந்தி	8	50

அளவையியல்

118.	அளவையியல் தொடக்க நூல்	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	2	50

மானிடவியல்

*119.	மானிடவியல்	ம. சு. கோபாலகிருஷ்ணன்	4	75
120.	பண்பாட்டுக் கோலங்கள்	கி. பூ. சுப்பிரமணியம்	5	50
121.	இந்தியாவில் குடியானவர் வாழ்க்கை	எஸ். லட்சுமி	3	50

சமூகவியல்

122.	சமூகவியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள்	ஜே. நாராயணன்	10	50

*மூல நூல் (Original Book)

புவியியல்

			ரூ.	காசு
*123.	ஆசியா—I	கொ. சேஷ நரசிம்மன்	9	50
*124.	,, II	,,	8	75
*125.	ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல்	ஏ. எஸ். நாராயணன்	8	50
*126.	தென் கிழக்கு ஆசியா	ஜி. கிருஷ்ணமூர்த்தி	8	50
*127.	வட அமெரிக்கா	குமாரி இரா. அலமேலு	6	50
*128.	தென் அமெரிக்கா	எம். என். பத்மநாபன்	9	00
*129.	தென் கண்டங்கள்—ஆஸ்திரேலியா	திருமதி எச். நியூமன்	3	00
*130.	,, —ஆ..ப்ரிக்கா	எஸ். முத்துக்கிருஷ்ணக் கஸ்ரயாளர்	3	25
*131.	புவிப்புறவியல்—II	நா. அனந்தபத்மநாபன்	6	00
*132.	செய்முறைப் புவியியல்	சு. ஜெயச்சந்திரன்	5	50
*133.	மக்கட் பரப்பியல்	வி. எஸ். அனந்தபத்மனுபன்	4	75
*134.	சமுத்திரவியல்	கோ. இராமசாமி	6	50
135.	காலநிலே இயல்—I	கொ. சேஷ நரசிம்மன்	10	00
136.	,, II	,,	5	00
*137.	காலநிலே இயல்—I	திருமதி இராதா	9	50
*138.	,, II	,,	8	00
139.	வளியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	கோ. இராமசாமி	5	50
*140.	புவி அமைப்பு இயல்	சி. விஸ்வநாதன்	4	75
141.	பௌதிகப் புவியியலும் புவியமைப்பியலும்	கோ. இராமசுவாமி	6	00
142.	சிஷோமின் வாணிகப் புவியியல்—I	எஸ். மாணிக்கம்	9	50
143.	,, II	ம. கார்த்திகேயன்	12	00

144.	சிஷோமின் வாணிகப் புவியியல்—III	கொ. சேஷ நரசிம்மன்	5	75

புள்ளியியல்

*145.	புள்ளியியல்—அறிமுகம்	சு. வைத்தியநாதன்	10	75
146.	புள்ளியியல் முறைகள்—I	கோ. சண்முகசுந்தரம்	10	00
147.	,, II	கே. ஆர். இராஜகோபாலன்	14	00
148.	நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டம்	தி. வி. லட்சுமிநரசிம்மன்	6	50

உயர் கணிதம்

*149.	ஆயத்தொலை வடிவ கணிதம்	டி. கே. மாணிக்கவாசகம் பிள்ளை	4	25
*150.	வகை நுண்கணிதம்	,,	3	00
*151.	தொகை நுண்கணிதம்	தி. கோவிந்தராசன்	3	25

விலங்கியல்

*152.	விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணாமலை, இரா. முருகேசன்	12	00

பௌதிகவியல்

*153.	ஒளி நூல்	ச. சம்பத்து	10	00

விஞ்ஞானம்

*154.	வானவெளி வெற்றி	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	6	00
*155.	ரேடியோ	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம்	4	75

*மூல நூல் (Original Book)

விஞ்ஞானம் (தொடர்ச்சி)

				ரூ.	காசு
156.	எக்ஸ்-கதிர்கள்	....	பெ. நா. அப்புசாமி. ஜே. பி. மாணிக்கம்...	4	50
157.	பாம்புகள்	..	பெ. மா. அண்ணுமலே ...	3	50
158.	தாவரம்—வாழ்வும் வரலாறும்	...	டாக்டர் கு. சீனிவாசன் ...	8	00
159.	கரும்பு	...	கு. பெரியசாமி ...	4	00
160.	தாவரங்களின் வாழ்வியல்	...	எஸ். சுந்தரம் ...	6	50

மருத்துவம்

161.	நீரிழிவு—க்ஷயரோகம்	...	டாக்டர் ஜி. கேங்கடசாமி, டாக்டர் ஏ. கதிரேசன் ...	2	50
162.	மகப்பேறும் மாதர் நோயும்	...	டாக்டர் (குமாரி) மணிமேகலே ...	8	25
163.	பாக்டீரியா	...	சு. சுந்தரம் ...	2	50
164.	புற்றுநோய்	...	அ. கதிரேசன் ...	3	50
165.	உடலியங்கியல்—I	...	டாக்டர்கள் ஜி. வேங்கடசாமி, டி. சரோஜினி, எஸ். கே. துரைராஜ், ஆர். சேது ...	6	75
166.	,, II	...	,, ...	5	50
167.	என்புருக்கி நோய்	...	டாக்டர் அ. கதிரேசன் ...	7	25
168.	நீங்களே உங்கள் வீட்டைக் கட்டலாம்	...	கே. வி. கிருஷ்ணராஜ், சி. ஆர். சுப்பிரமணியம், ஆர். இராமசாமி, கே. வேணுகோபால் ...	8	20

கூட்டுறவு

169.	உலகக் கூட்டுறவு இயக்கம்		அ. வேல்மணி ...	5	50

சட்டம்

*170.	குற்றவியல் சட்டம்	எம். சண்முகசுப்பிரமணியம்	... 10	00

பொது நூல்கள்

171.	மகாத்மா காந்தி	... சரஸ்வதி தங்கையன்	... 3	25
172.	விவசாயப் புரட்சி	... வி. கார்த்திகேயன்	... 8	00
173.	சேமக் கை-நூல்	... ஆர். சுப்பிரமணியம்	... 2	50
*174.	முற்காலச் சோழர் கலேயும் சிற்பமும்	... எஸ். ஆர். பாலசுப்பிரமணியம்	... 9	00
*175.	உணவும் ஊட்டமும்	... தி. வேங்கடகிருஷ்ணய்யங்கார்	... 4	50
*176.	பள்ளி நிருவாக அமைப்பு—அடிப்படைக் கருத்துகள்	... எஸ். சந்தானம், எஸ். ஏ. துரைசிங்	... 6	25

புகுமுக (P. U. C.) வகுப்புகளுக்குரியவை

*177.	உலக வரலாறு	... டி. ஆர். இராமச்சந்திரன்	... 4	00
*178.	பொருளாதாரம்	... ஜி. சிதம்பரம்	... 2	75
*179.	வணிகவியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	... கு. ஆளுடையபிள்ளை	... 2	50
*180.	,, —II	... ,,	... 2	25
*181.	பௌதிகம்	... டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம், ஆர். நாகராஜன்	... 7	50
*182.	புகுமுக பௌதிகம்	... டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	... 6	00
*183.	பௌதிகம்—ஓர் அறிமுகம்	... எஸ். சம்பத்	... 7	00
*184.	புகுமுக வகுப்புக் கணிதம்—I	... கே. ராஜகோபாலன்	... 7	00
*185.	,, II	.... ,,	... 3	00

*மூல நூல் (Original Book)

புகுமுக (P.U.C.) **வகுப்புகளுக்குரியவை** (தொடர்ச்சி)

			ரூ.	காசு
*186.	புகுமுக வகுப்புக் கணித நூல்—I	டி. கோவிந்தராஜன், முத்துசாமி	7	00
*187.	,, II	டி. கோவிந்தராஜன், முத்துசாமி	4	50
*188.	கணிதம்—ஓர் அறிமுகம்—I	ஆர். மகாதேவன்	4	75
*189.	,, II	,,	3	25
*190.	வேதியியல்	பி. டி. முனியப்பா, ஆர் முத்துலட்சுமி	7	00
*191.	புகுமுக வேதியியல்	சி. ஏ. பத்மநாபன்	5	50
*192.	விலங்கியல்	எஸ். ஆப்ரகாம்	4	00
*193.	புகுமுக விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணுமலை	7	25
*194.	புகுமுக வகுப்புத் தாவரவியல்	எஸ். சுந்தரம்	4	00

பட்டப்படிப்பிற்குரி (பி.எஸ்ஸி.) நூல்கள்

(அடக்கவிலைப் பதிப்புகள்—கழிவு இல்லை)

பௌதிகம் (Physics)

*195.	எந்திரவியல்—சிறப்புப் பாடம்—I	ஆர். நாகராசன்	6	25
*196.	,, II	,,	5	50
*197.	வெப்பவியல்—சிறப்புப் பாடம்	கே. நாச்சிமுத்து	5	25
*198.	செய்முறை பௌதிகம்—சிறப்புப் பாடம்—I	டி. கமலக்கண்ணன், ஆர். கிருட்டிணசாமி	4	50
*199.	,, II	,,	3	25
*200.	பௌதிகம்—துணைப்பாடம்—I	பி. தங்கராஜன்	4	00
*201.	,, II	,,	3	00
*202.	செய்முறை பௌதிகம்—துணைப் பாடம்	கே. பாசுகரன், இரா. செயராம்	4	50

*203.	மின்னியல்-காந்தவியல்—சிறப்புப் பாடம்—I	டி. ஏ. கருப்பண்ணன்	4	75
*204.	,, II	,,	4	50
*205.	,, III	,,	4	25
*206.	ஒளியியல்—சிறப்புப் பாடம்	டாக்டர் வி. சண்முகசுந்தரம், ,, ஆர். சபேசன்	7	75
*207.	பௌதிகம்—துணைப்பாடம் (பகுதி-2) (முதல் புத்தகம்)	கா. வே. சுப்பிரமணியன்	6	00
*208.	,, (இரண்டாம் புத்தகம்)	,,	4	50
*209.	பொது பௌதிகம்—சிறப்புப் பாடம்	கே. பி. கந்தசாமி	4	50
*210.	இன்றைய பௌதிகம்—சிறப்புப் பாடம்	எம். ஏ. தங்கராஜ்	6	75
*211.	ஒலி நூல்—சிறப்புப் பாடம்	டி. முருகையன்	5	00

வேதியியல் (Chemistry)

*212.	செய்முறைக் கனிம வேதியியல்—துணைப் பாடம்	டாக்டர் முத்துக்குமாரசுவாமி	2	00
*213.	செய்முறைக் கனிம வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்	டி. இராமலிங்கம்	2	25
*214.	பௌதிக வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்—I	டி. சக்திவேலு	4	00
*215.	,, II	,,	3	50
*216.	கனிம வேதியியல்—துணைப் பாடம்	சி. ஏ. பத்மநாபன்	6	50
*217.	கனிம வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்—I	பி. டி. முனியப்பா	4	00
*218.	,, II	,,	4	25

*மூல நூல் (Original Book)

No.	Title	Author	ரூ.	காசு
வேதியியல் (தொடர்ச்சி)				
*219.	பொது பௌதிக வேதியியல்—துணைப்பாடம்	ஆர். துளசிதாஸ்	4	75
*220.	அறிமுறை வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்—I	ஓ. ஆர். சூரியநாராயணன்	4	50
*221.	,, II	,,	3	75
*222.	செய்முறை கரிம வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்	என். ஆறுமுகம்	3	50
*223.	அங்கக வேதியியல்—துணைப் பாடம்	பி௭ல். இராமசாமி	5	00
*224.	அங்கக வேதியியல்—I	எம். ஆட்கொண்டான்	3	00
*225.	கரிம வேதியியல்—பகுதி—I (இரண்டாம் புத்தகம்)	திரு. கண்ணபிரான்	4	75
*226.	,, (மூன்றும் புத்தகம்)	,,	3	25
*227.	கரிம வேதியியல்—பகுதி—II (முதல் புத்தகம்)	,,	5	75
*228.	,, (இரண்டாம் புத்தகம்)	,,	6	00
கணிதம் (Mathematics)				
*229.	இயற்கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்—I	டி. கோவிந்தராஜன், கே. முத்துசாமி	4	25
*230.	,, II	,,	3	25
*231.	தொகுமுறை வரை கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	ஆர். மகாதேவன்	2	00
*232.	எண்சார் கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	எம். எம். இராமசாமி	5	50
*233.	திரிகோண கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	வி. அரங்கநாதன்	3	25
*234.	கணிதம்—துணைப் பாடம்	ஆர். அனுமந்தராவ்	6	00
*235.	நிலையியல்—சிறப்புப் பாடம்	கே. இராஜகோபாலன்	5	00
*236.	முப்பரிமாணப் பகுமுறைவடிவ கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	கே. சிவசுப்பிரமணியன்	2	75

*237.	வெக்டர் கணிதமும் அதன் பயன்பாடுகளும்—சிறப்புப் பாடம் ...	ஆர். மகாதேவன் ...	2	00
*238.	கணிதம்—துணைப் பாடம்—பகுதி-2 ...	ஆர். அய்யாசாமி ...	5	75
*239.	வானியல்—சிறப்புப் பாடம்—(முதல் புத்தகம்) ...	திரு. தி. கோவிந்தராசன், திரு. கொ. முத்துசாமி ...	5	50
*240.	,, (இரண்டாம் புத்தகம்) ...	,, ...	3	75
*241.	இயக்கவியல்—சிறப்புப் பாடம் ...	ஆர். மகாதேவன், கே. சிவசுப்பிரமணியம், பி. ஆர். சுப்பிரமணியம் ...	7	00

புள்ளியியல் (Statistics)

*242.	புள்ளியியல்—துணைப் பாடம் ...	எஸ். கருப்பையா ...	3	50

விலங்கியல் (Zoology)

*243.	முதுகெலும்பற்றவை-1—சிறப்புப் பாடம் ...	ஆர். முருகேசன் ...	6	00
*244.	,, 2 ,, ...	திருமதி எஸ். கே. வள்ளி ...	6	00
*245.	முதுகுநாணுள்ளவை-1—சிறப்புப் பாடம் ...	திருமதி ராணி கந்தசாமி ...	5	00
*246.	,, 2 ,, ...	,, ...	9	75
*247.	முதுகுத் தண்டுள்ளவை-2—சிறப்புப் பாடம் ...	திருமதி கிருஷ்ணவேணி நாராயணன் ...	11	75
*248.	முதுகெலும்பிகளது கருவியல்—சிறப்புப் பாடம் ...	எஸ். ஆப்ரகாம் ...	9	00
*249.	முதுகெலும்பற்றவை—துணைப்பாடம் ...	என். இராமலிங்கம் ...	9	00
*250.	முதுகு நாணுள்ளவை—துணைப்பாடம் ...	வி. சேது ...	6	00
*251.	செல்லியல்—சிறப்புப்பாடம் ...	என். இராமலிங்கம் ...	5	50
*252.	மரபியல்—சிறப்புப் பாடம் ...	பெ. மா. அண்ணமலை ...	5	25

*மூல நூல் (Original Book)

TEXT BOOK SECTION

...MARA PUBLIC LIBR...

			ரூ.	காசு
விலங்கியல் (தொடர்ச்சி)				
253.	சூழ்நிலையியல்—உடற் செயலியல்—சிறப்புப் பாடம்—	டி. ஆர். கிருஷ்ணன்	4	75
			6	50
254.	,, ,,	,,		
255.	பரிணாமம்	எஸ். ஆப்ரகாம்	6	25
தாவரவியல் (Botany)				
256.	தாவர வெளி உள்ளமைப்பியல்களும் வகைப்பாட்டியலும்—சிறப்புப் பாடம்	கே. இராஜசேகரன்	11	00
257.	தாவரப் புற அமைப்பியல்—சிறப்புப் பாடம்	கே. பாலசந்திர கணேசன்	9	25
258.	தாவர உள்ளமைப்பியல்—சிறப்புப் பாடம்			
*259.	தாவரங்களின் வாழ்க்கை—சிறப்புப் பாடம்	டாக்டர் ஏ. கோவிந்தராஜுலு	7	25
			9	50
*260.	தாவரவியல்—துணைப் பாடம்	எஸ். சுந்தரம்		
*261.	தாவரச் சூழ்நிலையியல், மரபியல், உயிர் மரூஉ இயல், இயங்கியல்—துணைப் பாடம்	பா. இராசாராம்	4	50
		கே. பெரியசாமி	4	00
*262.	சூழ்நிலையியல், பரிணாமம், மரபியல்—சிறப்புப் பாடம்	கே. ஆர். பாலசந்திர கணேசன்	8	25
*263.	டெரிடோ:ஃபைட்டா, ஜிம்னோஸ்பெர்மே—சிறப்புப் பாடம்	கே. இராஜசேகரன்	10	25
*264.	தாலோ:ஃபைட்டா (பாசிகளும் பூஞ்சைகளும்)—சிறப்புப் பாடம்	டாக்டர் வே. சோ. சுந்தரலிங்கம்	9	00
*265.	தாவர வகைப்பாட்டியல்—சிறப்புப் பாடம்	ஆ. சம்பத்குமார்	10	50
*266.	பிரையோ:ஃபைட்டா—சிறப்புப் பாடம்	கே. இராஜசேகரன்	6	00

*மூல நூல் (Original Book)

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வெளியீடுகள்

1 இந்திய அரசியலமைப்பு வரலாறு V. கன்னையா

2 இங்கிலாந்து வரலாறு I K. R. அநுமந்தன்

3 ஐரோப்பிய வரலாறு— (A. J. கிராண்ட்)
தமிழாக்கம் V. விருத்தகிரீசன்

4 ஐரோப்பிய வரலாறு I... T. V. சொக்கப்பா

5 பொருளாதாரம்—II ... S. வேலாயுதம்

6 அமெரிக்காவின் நவீனப் பொருளாதார
வளர்ச்சி—(K. A. ஜோசப்) தமிழாக்கம் T.C. மோகன்

7 இந்தியச் செலாவணியும் பாங்குமுறையும்
P.V. சீனிவாசன்

8 பணவியலும் பாங்கியலும்.... II
S. வேலாயுதம்

9 வணிகவியல் ... K. ஆளுடையபிள்ளை

10 குழந்தை உளவியல் (ஆர்தர் T. ஜெர்சில்டு)
தமிழாக்கம் ... K. R. அப்புள்ளாச்சாரி

11 சமூக உளவியல்-(அகோல்கர்)
தமிழாக்கம் N. வேதமணி மானுவேல்

12 ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல் A. S. நாராயணன்

13 வட அமெரிக்கா ... R. அலமேலு

14 புவிப்புறவியல் ... N. அனந்தபத்மநாபன்

15 தென் கண்டங்கள் -ஆஸ்திரேலியா H. நியூமன்

16 மக்கட் பிறப்பியல் ...V. S. அனந்தபத்மநாபன்

கிடைக்குமிடம் :-

மெஸர்ஸ் ஹிக்கின்பாதம்ஸ் (பிரைவேட்) லிமிடெட்

மவுண்ட்ரோடு, சென்னை-2